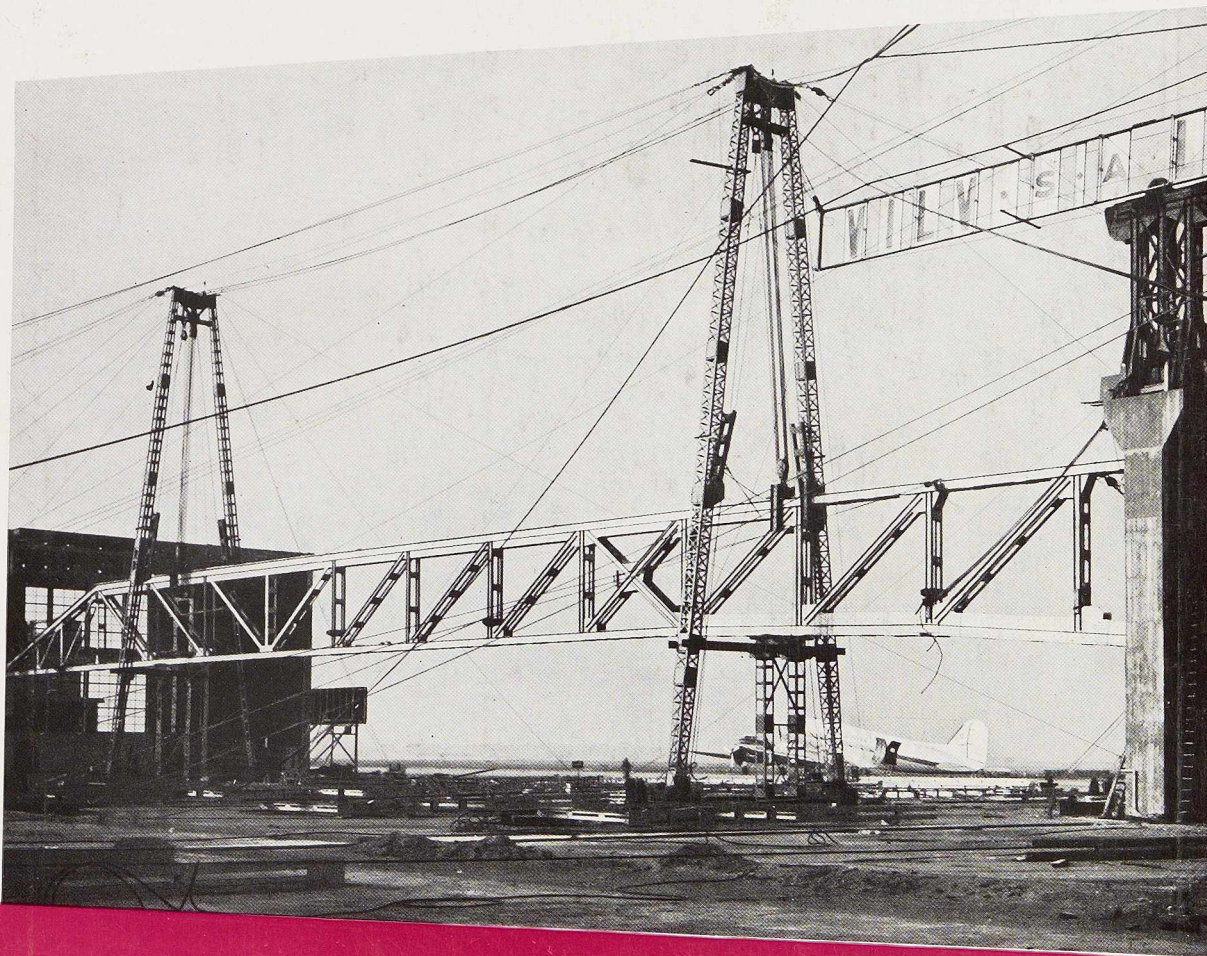


L'OSSATURE METALLIQUE



18^e ANNÉE

10

OCTOBRE 1953

PONTS ★ CHARPENTES
WAGONS ★ WAGONNETS
CHAUDRONNERIE

★

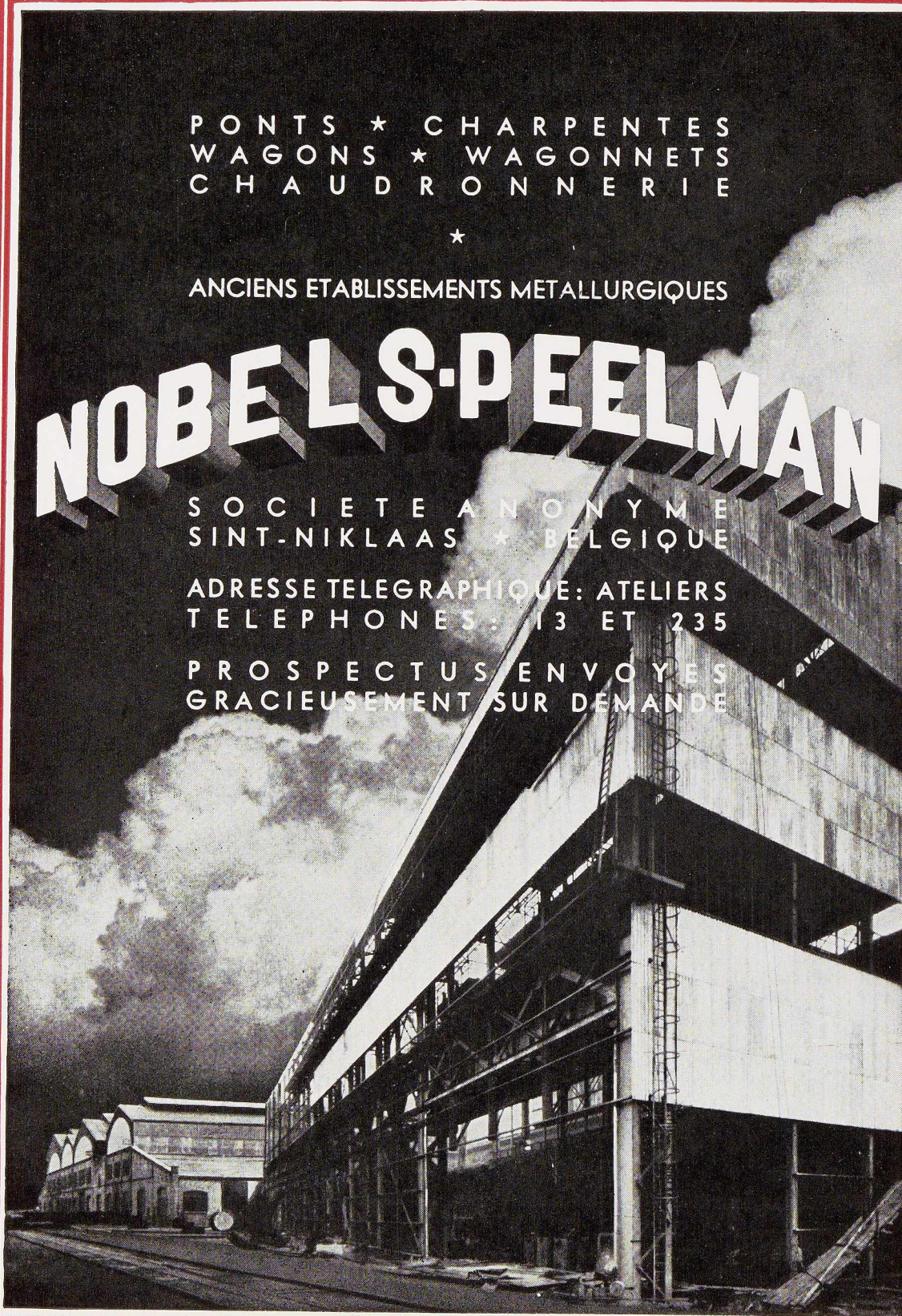
ANCIENS ETABLISSEMENTS METALLURGIQUES

NOBELS-PEELMAN

SOCIETE ANONYME
SINT-NIKLAAS ★ BELGIQUE

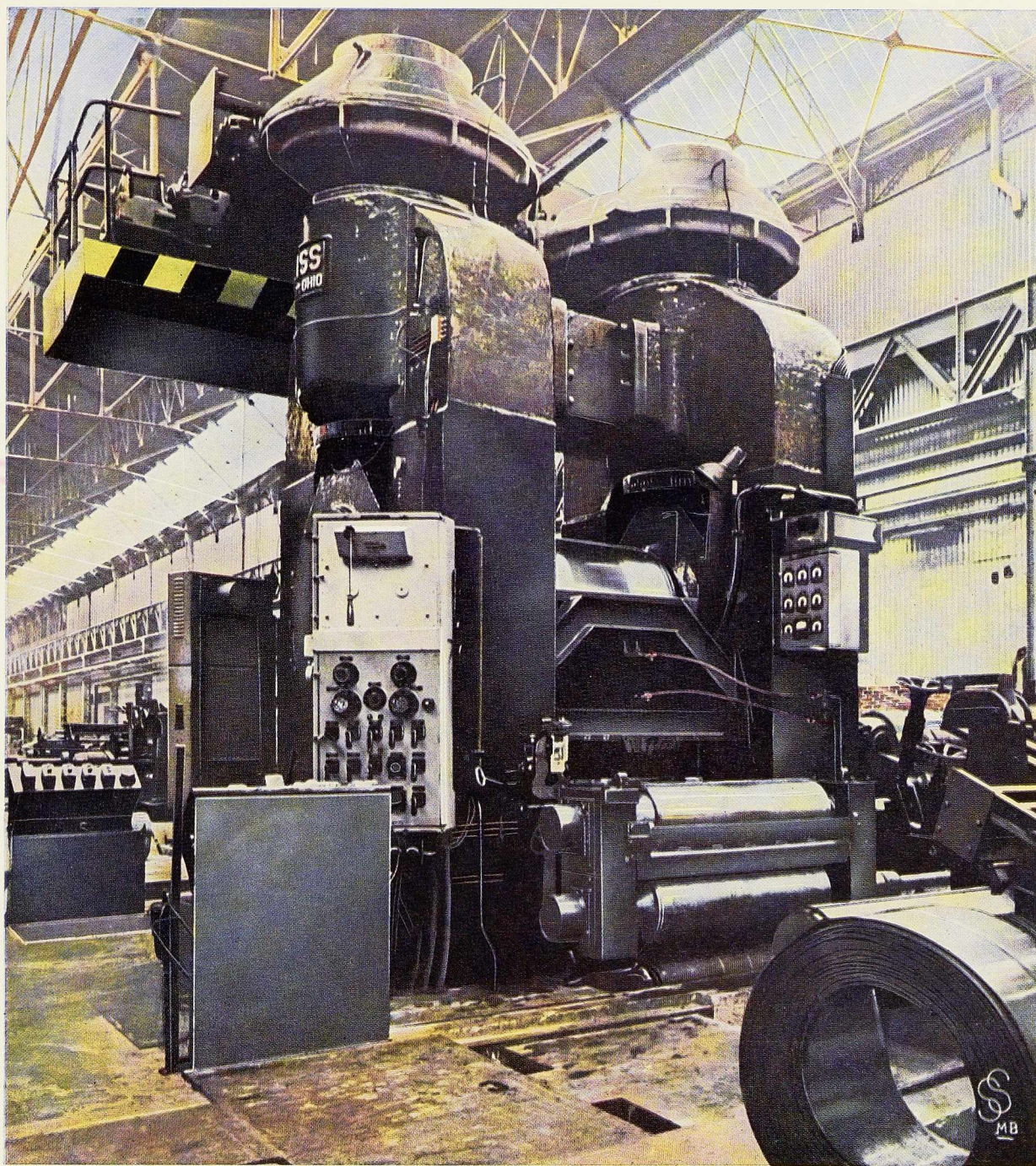
ADRESSE TELEGRAPHIQUE: ATELIERS
TELEPHONES: 13 ET 235

PROSPECTUS ENVOYES
GRACIEUSEMENT SUR DEMANDE



REALISATION
PUBLIGRAPHE
BRUXELLES

Phoenix Works



FLÉMALLE-HAUTE

BELGIQUE

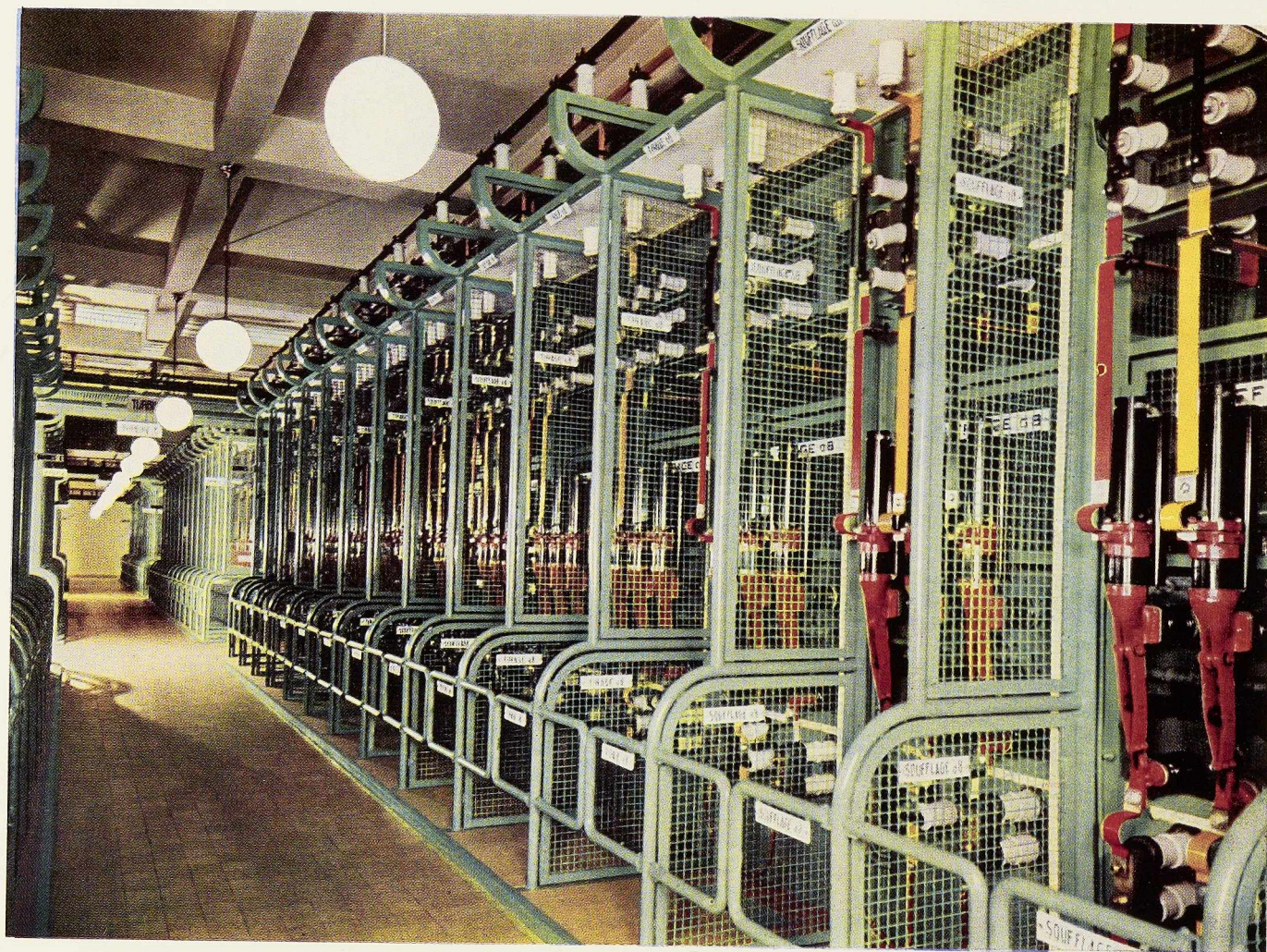
TÉL. LIÈGE 33.78.19

TOLES FINES LAMINÉES A CHAUD ET A FROID. TOLES GALVANISÉES,
PLANES ET ONDULÉES. FER BLANC ET TOLES A FER BLANC.
FEUILLARDS GALVANISÉS. TOLES PLOMBÉES. TOLES MAGNÉTIQUES.
ARTICLES DE MÉNAGE GALVANISÉS ET ÉMAILLÉS.

INDUSTRIELS!

Compétence,
Expérience,
Indépendance,

Soucieux de vos **Intérêts** et de votre **Sécurité**,
confiez-nous la réalisation de vos installations électriques!



CONSTRUCTIONS ET ENTREPRISES INDUSTRIELLES
SOCIÉTÉ ANONYME

ELECTRICITE • MECANIQUE • CONSTRUCTIONS CIVILES • TRAVAUX PUBLICS

BRUXELLES

194, AVENUE LOUISE - TÉL. 47.98.60 (4 lignes)

LIÈGE

30, QUAI DE CORONMEUSE - TÉL. 23.21.07 - 23.46.21

PROCÉDÉS UNIONMELT

PRODUCTIVITÉ

AUTOMATICITÉ

QUALITÉ

RAPIDITÉ

PÉNÉTRATION

CONSTRUCTIONS NAVALES

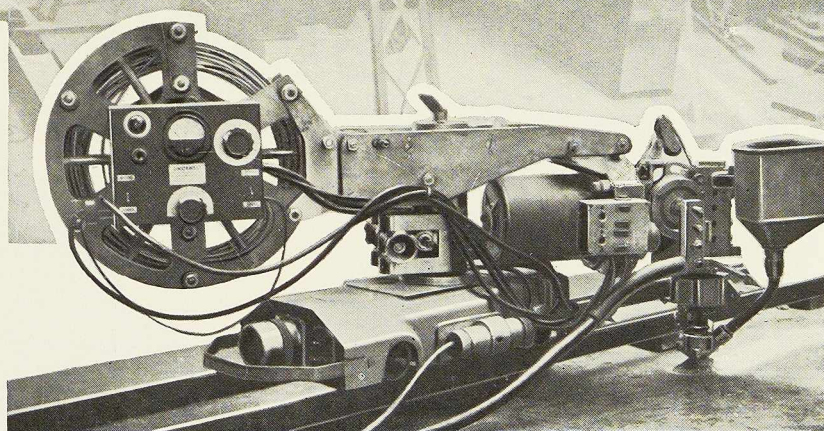
CHAUDRONNERIE GÉNÉRALE

CHAUDIÈRES - RÉCIPIENTS

A PRESSION - TUYAUTERIES

MATÉRIEL DE CHEMIN DE FER

MÉCANIQUE - RECHARGEMENTS



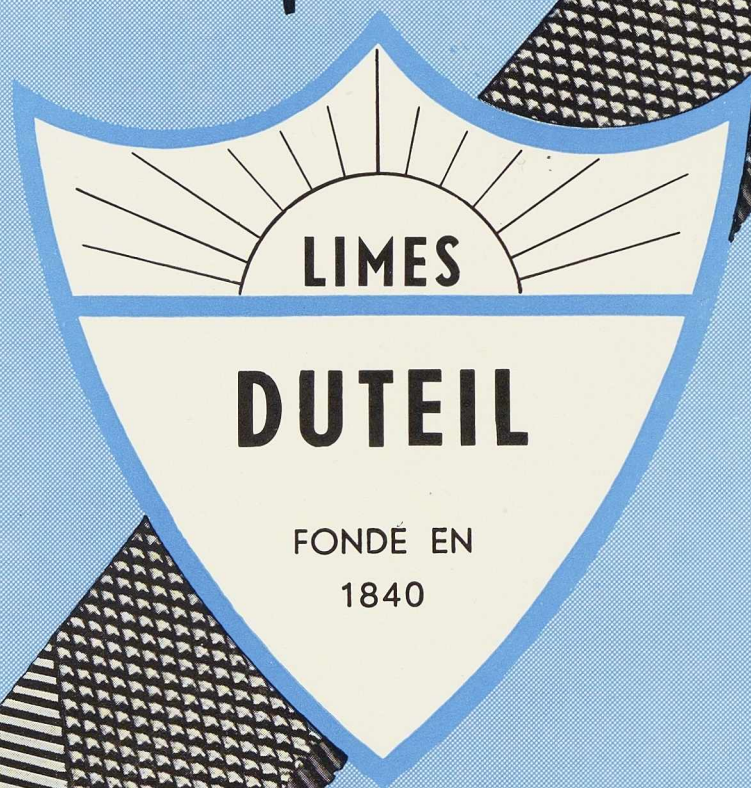
**SOUDAGE ELECTRIQUE
AUTOMATIQUE**

ET SEMI-AUTOMATIQUE SOUS FLUX

S.A. L'AIR LIQUIDE

31, QUAI ORBAN LIÈGE TÉL. 43.65.55

*Les meilleurs aciers
Le plus haut fini...*



Concessionnaires exclusifs
pour la Belgique, le Congo Belge et le Grand-Duché de Luxembourg

S. A. PRODUITS MÉTALLURGIQUES

P. & M. CASSART

Département OUTILLAGE

17, RUE DU CHEVAL NOIR, MOLENBEEK

TÉLÉPHONE 25.66.66

(BRUXELLES)

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER
éditée par

**LE CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS
D'INFORMATION DE L'ACIER**

154, avenue Louise, Bruxelles - Téléphone : 47.54.98 - 47.54.99
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

18^e ANNÉE

N° 10

OCTOBRE 1953

S O M M A I R E

La nouvelle tour de contrôle de l'aéroport du Bourget	481
Deux conduites forcées récentes en Suisse	484
Adjonction d'une tuyauterie soudée au siphon de San Vicente (Espagne), par E. Lopez-Berges	489
Maisons Phénix	494
Le pont-route sur l'Aar près de Schinznach-Bad, par M. Frei	497
Presses plieuses hydrauliques entièrement soudées, par C. F. Kollbrunner	504
Les charpentes en acier précomprimé, par G. Magnel	507
Superstructure métallique d'un hangar à avions pour l'aéroport de Melsbroeck	520
Troisième Exposition Européenne de la Machine-Outil à Bruxelles	523
BIBLIOTHÈQUE	527
CHRONIQUE	529
CHRONIQUE DU CONGO BELGE	534

ABONNEMENTS 1953 (11 numéros) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 260,-.

France et Union française : 2.400 francs français, payables au dépositaire général
pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & Cie, 27, quai des
Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions : 7 dollars, payables à M. Léon
G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Indus-
tries of Belgium & Luxembourg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

Autres pays : 350 francs belges.

Tous les abonnements prennent cours le 1^{er} janvier.

PRIX DU NUMÉRO :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 30,-,
France : francs français 250,-, **autres pays** : francs belges 40,-.

DROIT DE REPRODUCTION :

La reproduction de tout ou partie des articles ou des illustrations ne peut se
faire qu'en citant **L'Ossature Métallique**.

La couverture de ce numéro
représente la charpente
métallique du nouveau
hangar à avions de l'aéro-
port de Melsbroeck.

Constructeur : **L. Leemans & Fils, S. A.**
Photo Malevez.



SIDERUR

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE SIDÉRURGIE S.A.

**1^a, rue du Bastion
BRUXELLES**

ORGANISME DE VENTE DE :

**OUGRÉE-MARIHAYE • RODANGE
A. M. S. • LAMINOIRS D'ANVERS**

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Président d'Honneur : M. Léon GREINER

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

M. François PEROT, Administrateur-Délégué de la S. A. d'Ougrée-Marihaye, Vice-Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges.

Vice-Président :

M. Félix CHÔME, Président des A. R. B. E. D., à Luxembourg.

Administrateur-Conseil :

M. Eugène FRANÇOIS, Professeur à l'Université de Bruxelles.

Membres :

M. Justin BAUGNEE, Directeur Général Adjoint de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence,

M. Oscar BIHET, Administrateur des Usines à Tubes de la Meuse, S. A., Administrateur-Délégué de Utema, S. C. R. L., Léopoldville,

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^o, Délégué

de la Chambre Syndicale des Marchands de fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique,

M. Charles ISAAC Administrateur-Délégué de la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi,

M. Charles MOUTON, Administrateur-Délégué du Bureau d'Etudes Industrielles F. Courtoy, S. A.,

M. Louis NOBELS, Président et Administrateur-Délégué des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman,

M. Henri NOEZ, Administrateur-Délégué de la Fabrique de Fer de Charleroi,

M. Henri ROGER, Directeur Général des H. A. D. I. R., à Luxembourg,

M. Arthur SCHMITZ, Conseiller de la S. A. d'Ougrée-Marihaye,

M. Jean WURTH, Directeur Général-Adjoint de la S. A. John Cockerill.

Directeur :

M. Emmanuel GREINER, Ingénieur A. I. Lg.

LISTE DES MEMBRES

ACIÉRIES BELGES

Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.
Fabrique de Fer de Charleroi, S. A., à Charleroi.
Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
Métallurgique d'Espérance-Longdoz, S. A., Liège.
Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
Usines E. Henricot, S. A., Court-Saint-Etienne.
Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montignies-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.
Hauts Fourneaux et Aciéries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, Luxembourg.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
Emailleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.
Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.
Usines de Moncheret, à Acoz, Division de la S. A. des Aciéries et Minières de la Sambre.
Laminoirs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chênée.
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borgnet, Flémalle-Haute.
Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 147, boulevard de la II^e Armée Britannique, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

A. C. E. C., S. A., Charleroi.
ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst Réunis, à Mortsel-lez-Anvers.
Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de la Croyère, Senefte et Godarville, S. A., à La Croyère.
Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.
Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis, S. A., 249-251 chaussée de Vleurgat, Bruxelles

ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.
Ateliers de Construction Paul Bracke, s. p. r. l., 30-40, rue de l'Abondance, Bruxelles.
Usines de Braine-le-Comte, S. A., à Braine-le-Comte.
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve, S. A., St-Michel-lez-Bruges.
S. A. Anciennes Usines Canon-Legrand, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.
Chaurobel, S. A., à Huyssinghen.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
La Construction Soudée, S. A., 64, av. Rittweger, Haren.
« Cribla », S. A., 31, rue du Lombard, Bruxelles.
Les Ateliers De Meestere Frères, Heule-lez-Courtrai.
Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.
Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.
Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est, S. A., Marchienne-au-Pont.
S. A. des Ateliers de Construction Flamencourt et Cie, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest.
Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 52, rue des Gloires Nationales, Auvélais.
L'Industrielle Boraine, S. A., Quiévrain.
Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes.
S. A. Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse.
Ateliers de Construction J. Kihn, Rumelange (G.-D.).
S. A. des Ateliers de La Louvière-Bouvy, La Louvière.
Usines Lauffer Frères, S. P. R. L., Hermalle-s/Argenteau.
Leemans L. et Fils, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.
Macsimia, S. A., Bouffoulx-lez-Châtelineau.
La Manutention Automatique, S. A., Machelen.
Ateliers de Construction de la Meuse, S. A. Sclessin.
Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.
Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.
Ateliers Sainte-Barbe, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.
Chaudronnerie A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.
At. Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.
Etablissements D. Steyaert-Heene, à Eccloo.
Ateliers du Thiriau, S. A., La Crovière.
S. A. Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont.
Le Titan Anversois, S. A., à Hoboken.
Société Nouvelle des Ateliers de Trazegnies, S. A.
S. A. Ateliers de Construction de Willebroek.
S. A. Anc. Et. Paul Würth, Luxembourg.
Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

MENUISERIE MÉTALLIQUE

Chamebel, S. A., ch. de Louvain, Vilvorde.
Maison Desoer, S. A. (meubles métalliques ACIOR), 17-21, rue Ste-Véronique, Liège, 16, rue des Boiteux, Bruxelles.
F. Sage & Co (Belgium) Ltd, 9-11, rue de la Senne, Bruxelles.
« Soméba », S. A., rue Lecat, La Louvière.
Ateliers Vanderplanck, S. A., Fayt-lez-Manage.

SOUDEURE AUTOGENE

Matériel, électrodes, exécution

Electromécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.
ASEA, S. A., 30, place Saintelette, Bruxelles.
ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.
Philips, Cie Industrielle & Commerciale, S. A., 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles.
L'Air Liquide, S. A., 31, quai Orban, Liège.
Arcos, S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Bruxelles.
L'Oxyhydrique Internationale, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.
Soudométal, S. A., 83, chaussée de Ruysbroek, Forest.

COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Columeta (Comptoir Métal. Luxemb.), S. A., Luxembourg.
Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.
Gilsoco, S. A., La Louvière.
Société Commerciale de Sidérurgie, SIDERUR, 1A, rue du Bastion, Bruxelles.
Sybelac, S. C., 16, place Rogier, Bruxelles.

Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

ACMA, S. A., **Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst Réunis**, à Mortsels-lez-Anvers.
P. et M. Cassart, 120-124, avenue du Port, Bruxelles.
Alexandre Devis et Cie, 43, rue Masui, Bruxelles.
Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, Anvers.
Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.
Etablissements Jouret, S. P. R. L., Pont-à-Celles-Luttre.
J. Libouton & Cie, S. A., 27, rue Léopold, Charleroi.
Fers et Aciers Pante et Masquelier, S. A., 17, avenue d'Afsnee, Gand.
Peeters Frères, 10, Marché-au-Poisson, Louvain.
Util, S. P. R. L., 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.
Collectivement :
Groupeement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 10, rue du Midi, Bruxelles.
Chambre Syndicale des Marchands de fer, 10, rue du Midi, Bruxelles.

MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

S. A. des Aciers Alexis, 19, rue de Fragnée, Liège.
La Belgo-Luxembourgeoise, S. A., 11, quai du Commerce, Bruxelles.
Aciers Bungert, S. A., 141-143, chaussée de Mons, Bruxelles.
Jos. Bol, 107, rue Vandenschrieck, Bruxelles.
Maison Courard & Co, 9-11, place des Déportés, Liège.
Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.
Ets Moréa et Nahon, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Études Léon-Marcel Chapeaux, S. A., 43B, Galerie Louise, avenue Louise, Bruxelles.
Bureaux d'Études Industrielles Fernand Courtoy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.
M. René Leboutte, ing. tech. I. G. Lg., 105, boulevard Emile de Laveleye, Liège.
MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstael, Bruxelles.
Robert et Musette, S. A., 59, rue de Namur, Bruxelles.
Bureau d'Études Ir. J. Ronsse, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.
M. J. F. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U. I. Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.
MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 15, rue Guimard, Bruxelles.

DIVERS

Fabrimétal, A. S. B. L., 21, rue des Drapiers, Bruxelles.
Les Fours Lecocq, S. A., 215, chaussée d'Alseberg, Bruxelles.
Institut Belge des Hautes Pressions, 38, pl. des Carabiniers, Bruxelles.
Orex, S. C., 153, avenue A. Buyl, Bruxelles.
Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin, S. A., à Hennuyères.
Société Métallurgique des Procédés Warnant, S. A., 71, rue Royale, Bruxelles.

MEMBRES INDIVIDUELS

M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, Mayfair, 381, avenue Louise, Bruxelles.
M. Marcel François, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.
M. Stéfán Legrand, Ing. Comm. U. L. B., Adm. Dél. de la Sté Westraco, 14, rue Simonis, Bruxelles.
M. Léon G. Rucquoi, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxembourg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

SOCIÉTÉS COLONIALES

Chamebel Congo S. C. R. L., Châssis et charp. mét., B. P. 4055, Léopoldville.
Chantier Naval et Industriel du Congo « Chanic », 32, square de Meüs, Bruxelles.
Cobega, 14, avenue Valcke, Léopoldville.
Congofer 6c, avenue du Kasai, Léopoldville.
Etablissements Jouret, 17, avenue Olsen, Léopoldville.
Métalco, Menuiseries Métalliques, B. P., 448, Léopoldville.
Société Coloniale de la Tôle, S. C. R. L., 52, rue de L'Industrie, Bruxelles.
Utéma, S. C. R. L., Building Forescom. B. P. 444, Léopoldville.

HANGARS DÉMONTABLES



Type d'ossature métallique préfabriquée livrable de stock.

BAUME & MARPENT

SOCIÉTÉ



ANONYME

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES et DIESEL - VOITURES à VOYAGEURS - WAGONS - VOITURES pour TRAMWAYS - AUTOBUS - TROLLEYBUS
PONTES FIXES et MOBILES - OSSATURES MÉTALLIQUES - CHEVALEMENTS - SKIPS - GAZOMÈTRES - RÉSERVOIRS - CONDUITES à GAZ et sous
PRESSION - ACIERS SIEMENS MARTIN électrique et Bessemer - ESSIEUX - PIÈCES FORGÉES - LAMINOIRS à BANDAGES et CENTRES de roues.

USINES : A MARPENT (France Nord) - HAINE-ST-PIERRE et MORLANWELZ (Belgique)
LE CAIRE (Egypte) - AU CONGO BELGE : BAUMACO - ELISABETHVILLE - KATANGA - B. P. 1646

TOUS PRODUITS M

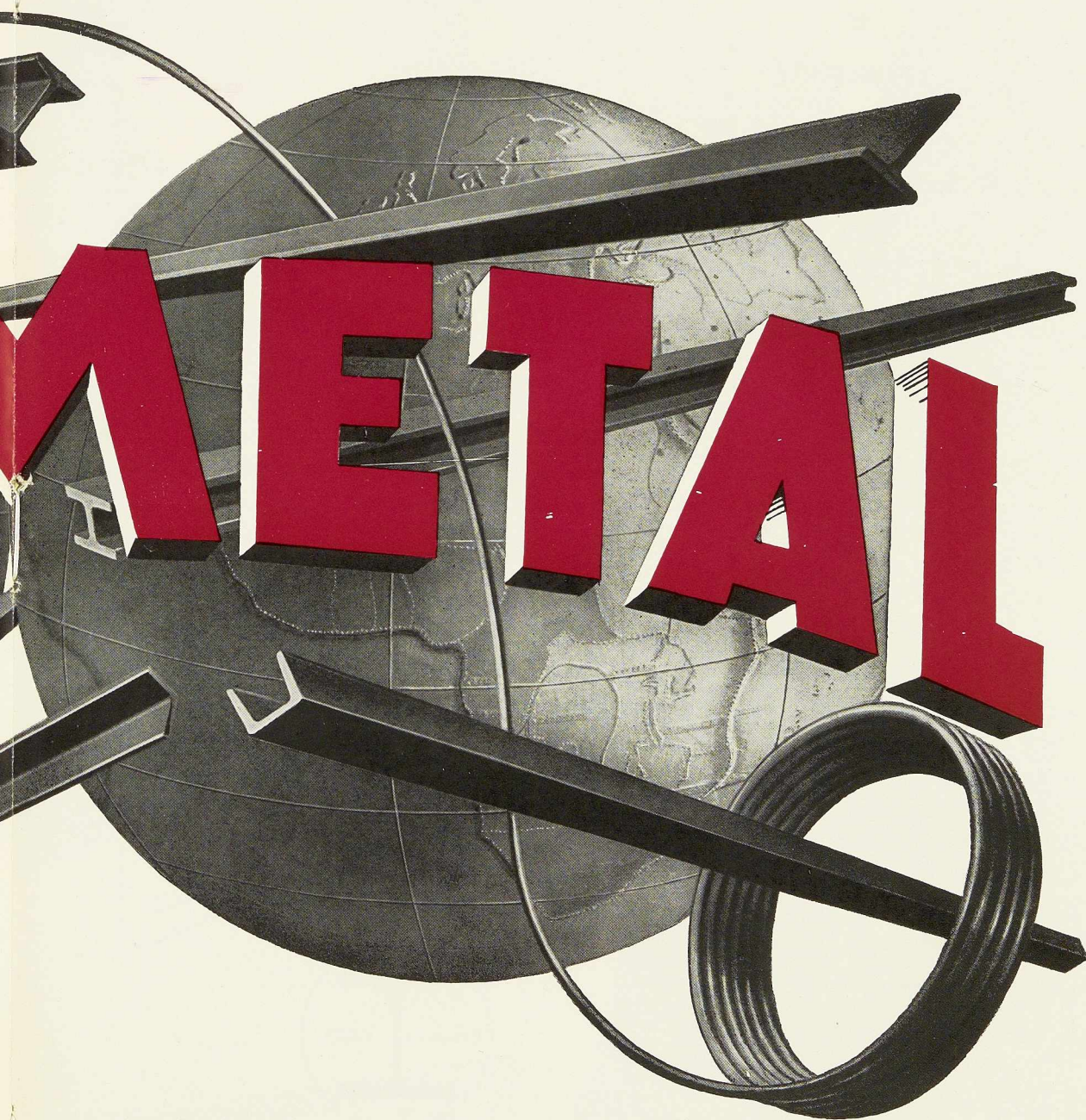


24 RUE RO
BRUXEL

COCKERILL - PROVIDENCE

C.G.P.I.

MÉTALLURGIQUES



ROYALE
ELLES

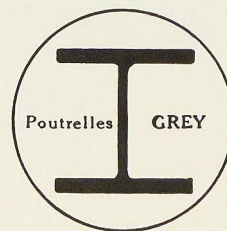
CE - SAMBRE & MOSELLE



Bureaux des Ateliers
BAUME & MARPENT,
HAINE-SAINT-PIERRE

Charpente entièrement soudée

POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE



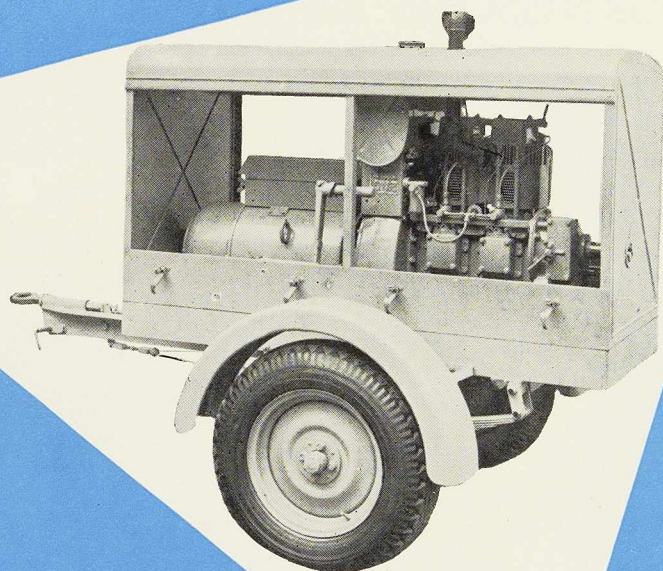
Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

DAVUM S. A.

22, RUE DES TANNEURS ANVERS

Téléphone : 32.99.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport

HR.



TYPE AS 2
MOTEUR DIESEL 20 HP
MODÈLE T 300 A



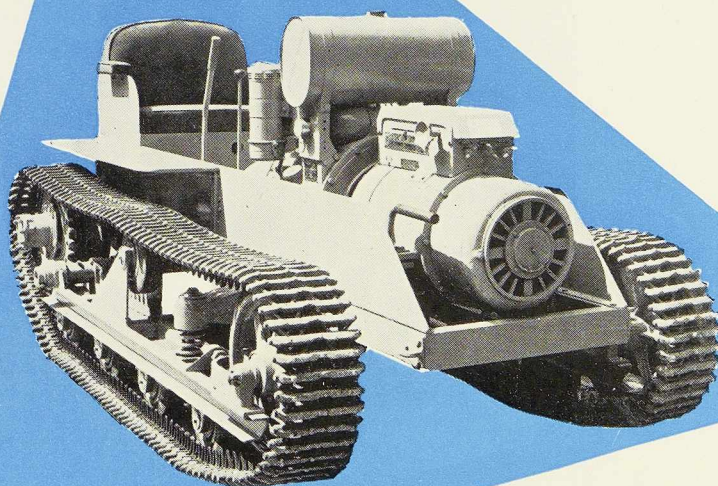
GROUPE DE SOUDURE
AUTO-TRACTEUR 300 A

ELECTROGENES

SOUDOMETAL

MATÉRIEL DE SOUDAGE

83, CHAUSSÉE DE RUYSBROECK
FOREST - BRUXELLES



NOUS FOURNISSONS DE STOCK...



Appareil de lavage à la poudre « OXWELD » C. 62

LES INSTALLATIONS
ET LA POUDRE DE FER
À HAUTE TENEUR
POUR :

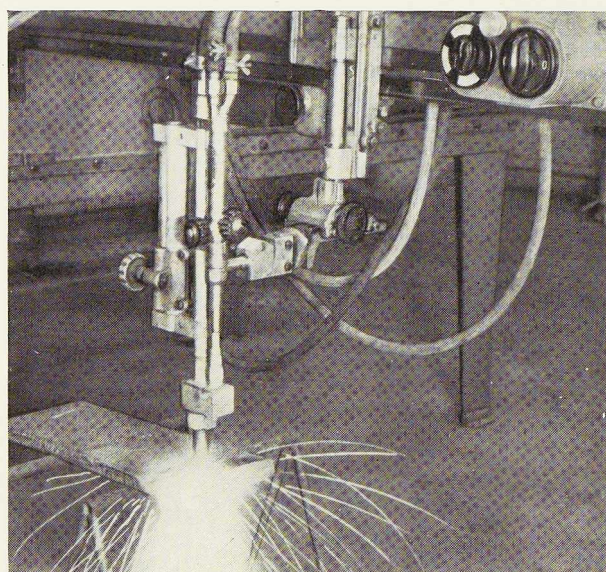
L'OXYCOUPAGE À
LA POUDRE DE FER

LE DÉCRIQUAGE
À LA POUDRE

LE « NETTOYAGE » DES
PIÈCES COULÉES
(POWDER WASHING)

AINSI QUE...

LES APPAREILS ET LES
PARTICULES PERMET-
TANT LE DÉCOUPAGE
OXYCINÉTIQUE DES
ACIERS SPÉCIAUX ET
DE LA FONTE
(PROCÉDÉ BREVETÉ « CINOX »)



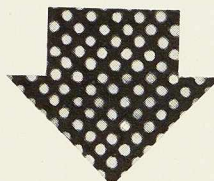
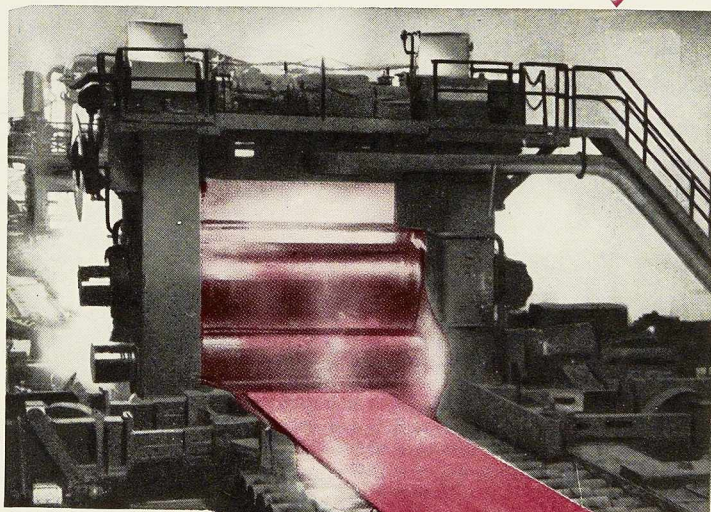
Installation de coupage « CINOX-Machine »

Pour tous renseignements,
adressez-vous à :

**L'OXYHYDRIQUE
INTERNATIONALE**

S. A. 31, RUE P. VAN HUMBEEK, BRUXELLES - TÉLÉPHONE : 21.01.20 (6 LIGNES)

Une installation ultra-moderne
au service de la qualité !



Mathy graphic



ÔLES FORTES
TÔLES NAVALES
TÔLES CHAUDIÈRES

répondant aux caractéristiques et aux
exigences des principales compagnies



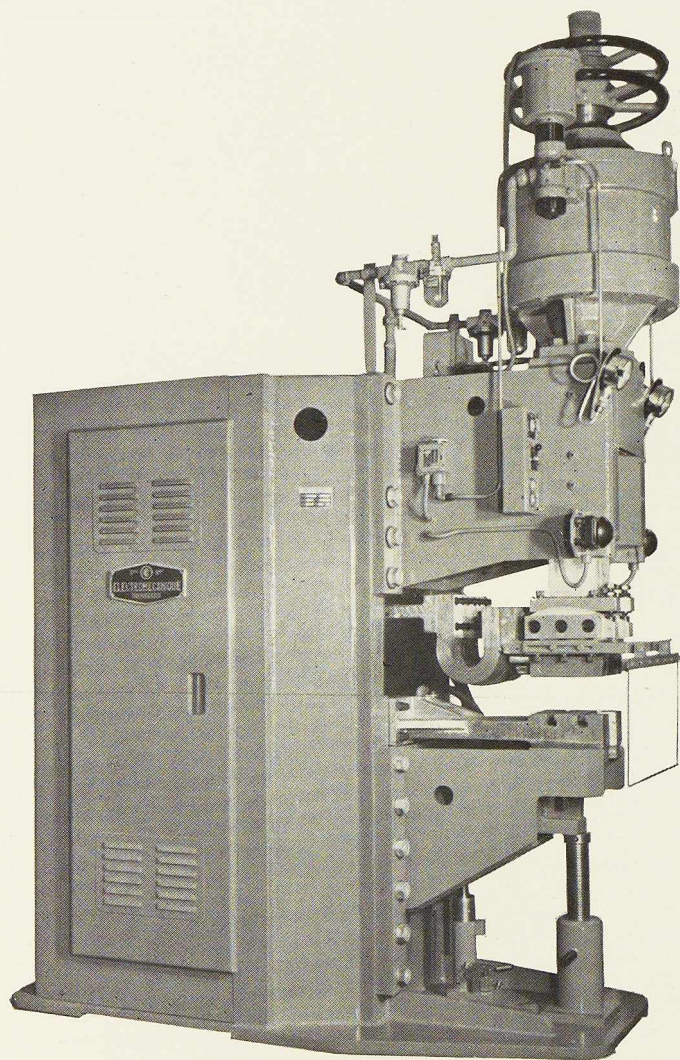
Ougrée-Marihay

OUGRÉE (BELGIQUE)

ORGANISME DE VENTES: SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE SIDÉRURGIE
SIDERUR - 1^{er}, RUE DU BASTION, BRUXELLES
TÉLÉGR. : SIDERUR-BRUXELLES

TÉLÉPHONES : 12.31.70 - 12.00.53

Pour les travaux lourds en soudage



SOUDEUSE-PRESSE TRIPHASÉ-CONTINU TYPE SPTC 500

Cette machine de puissance élevée est principalement destinée à souder par bossages de fortes épaisseurs d'acier de diverses qualités ou à souder à la fois un grand nombre de bossages en tôle mince.

C'est une réalisation



S. A.

ELECTROMÉCANIQUE

BRUXELLES

19-21, RUE LAMBERT CRICKX - TÉL. 21.00.68 - TELEGR. ELECTROMÉCANIC

Métaux - Profilés divers - Tôles

Poutrelles GREY et Normales

Ronds pour béton

Métal déployé

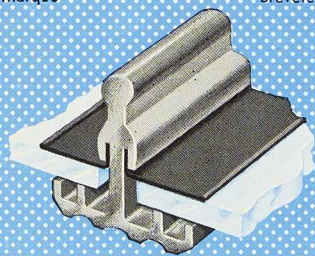
Fontes - Boulons - Rivets et Vis

Profilé spécial en Aluminium à Vitrage
sans mastic de Fabrication Belge

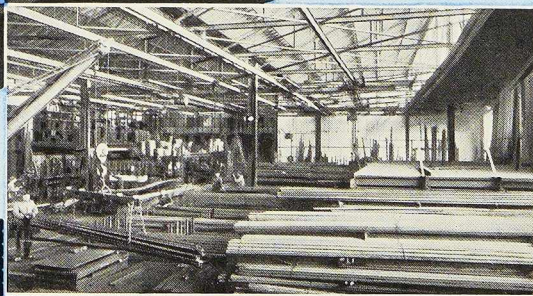
"HERCULES"

Marque

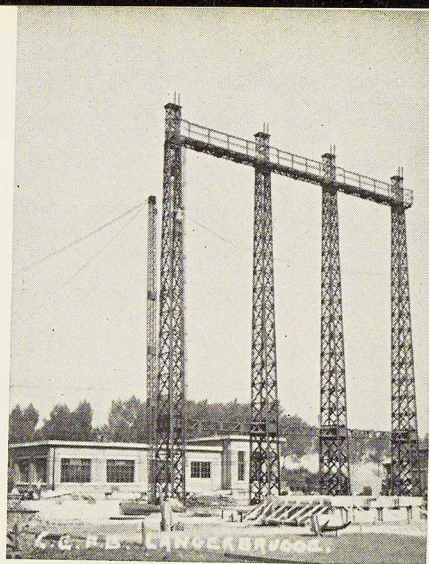
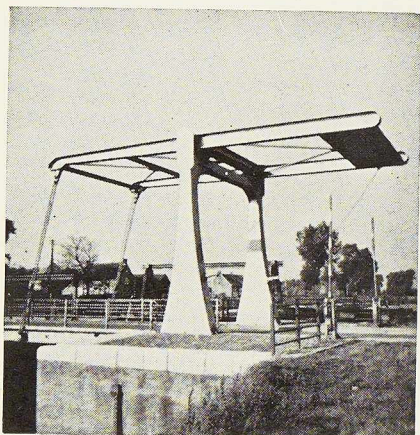
Brevetée



LA BARRE LA PLUS ROBUSTE
Réalisation parfaite
Étanchéité absolue. Inaltérable
Plus de peinture. Plus d'entretien



S. P. R. L. MAISON FONDÉE EN 1807 - 404 A 414, AVENUE VAN VOLXEM - BRUXELLES - TEL. : 38.09.00



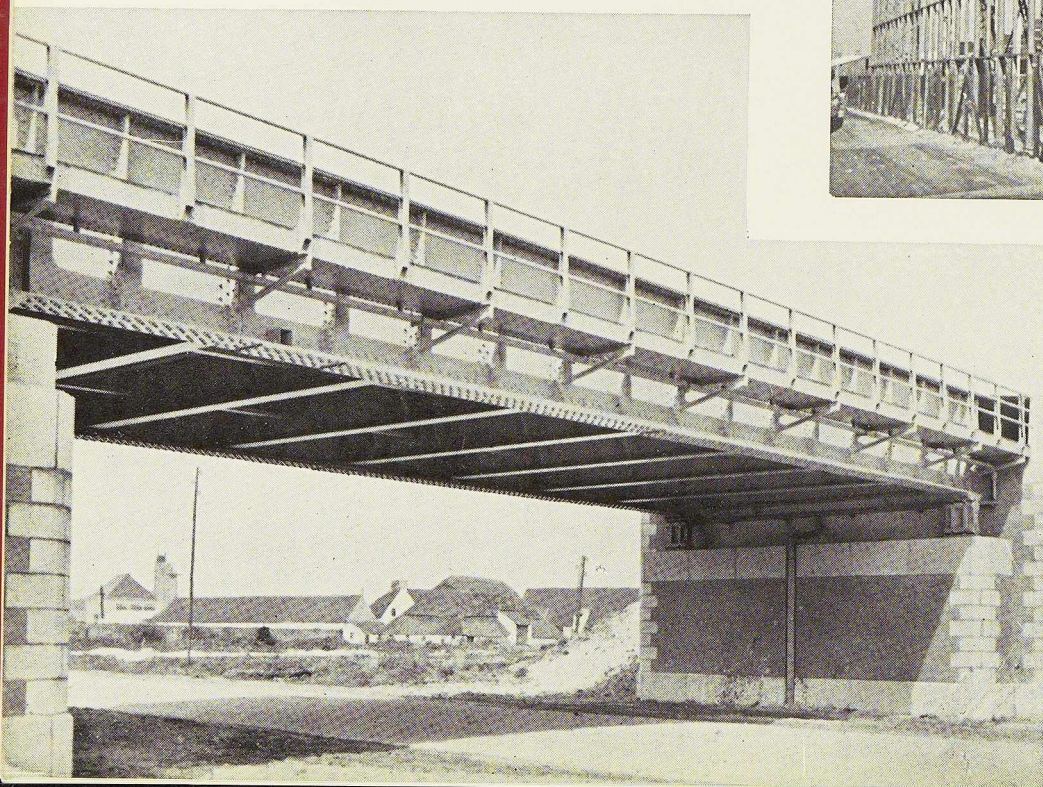
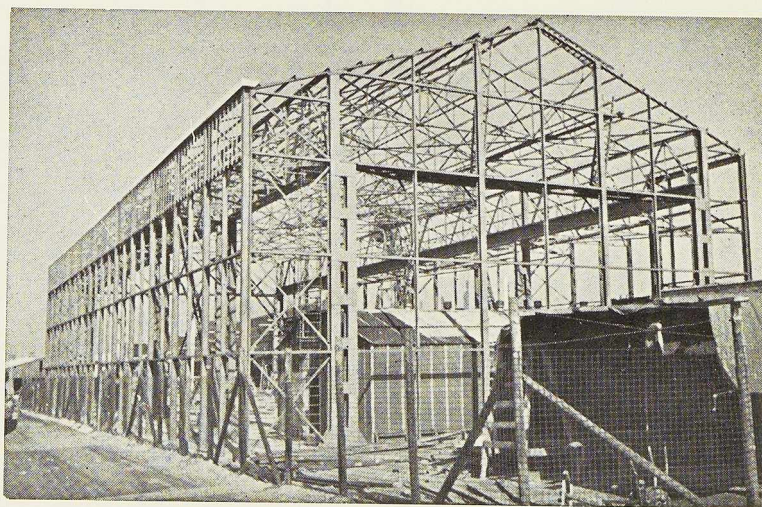
ETABLISSEMENTS D. STEYAERT-HEENE

EEKLO (BELGIQUE) TÉLÉPHONES : 710.32-712.32

PONTS FIXES ET MOBILES

HALLS D'USINES ET HANGARS

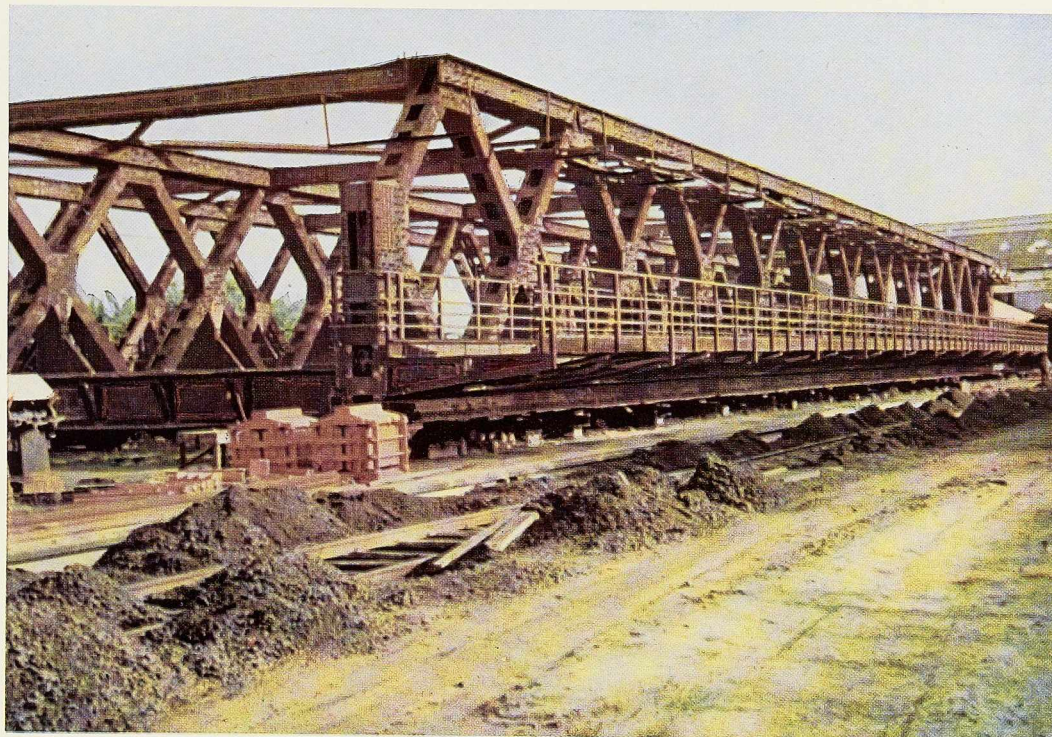
PYLÔNES ET RÉSERVOIRS



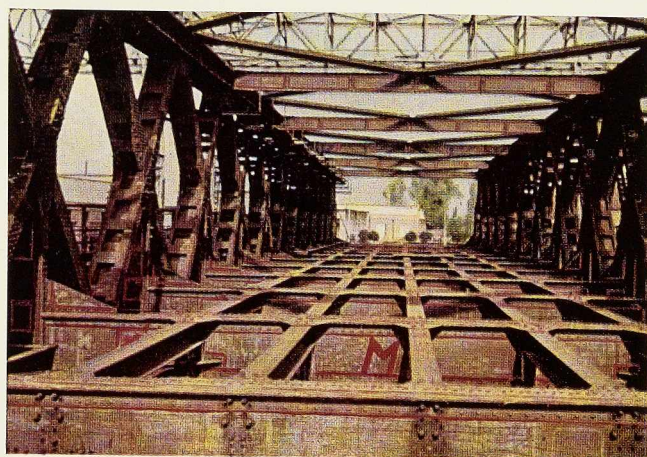
PREMIER TRONÇON

Pont de Tamise

C
O
N
S
T
R
U
I
T
D
A
N
S
L
E
S
A
T
E
L
I
E
R
S
:



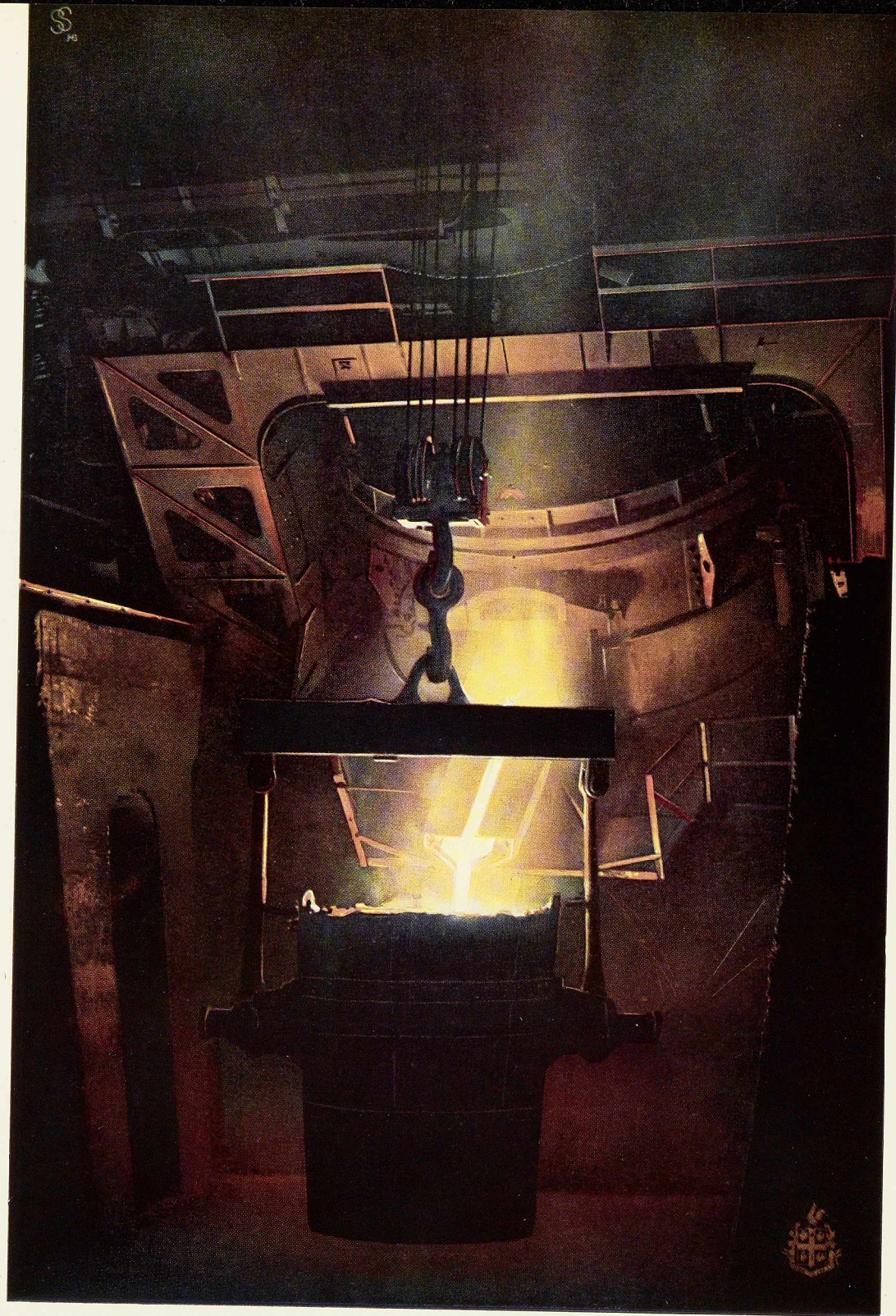
Montage à blanc
Long. 81 m
Larg. 24 m



Partie
pont-route

NOBELS-PEELMAN S. A.

SINT-NIKLAAS (BELGIQUE)

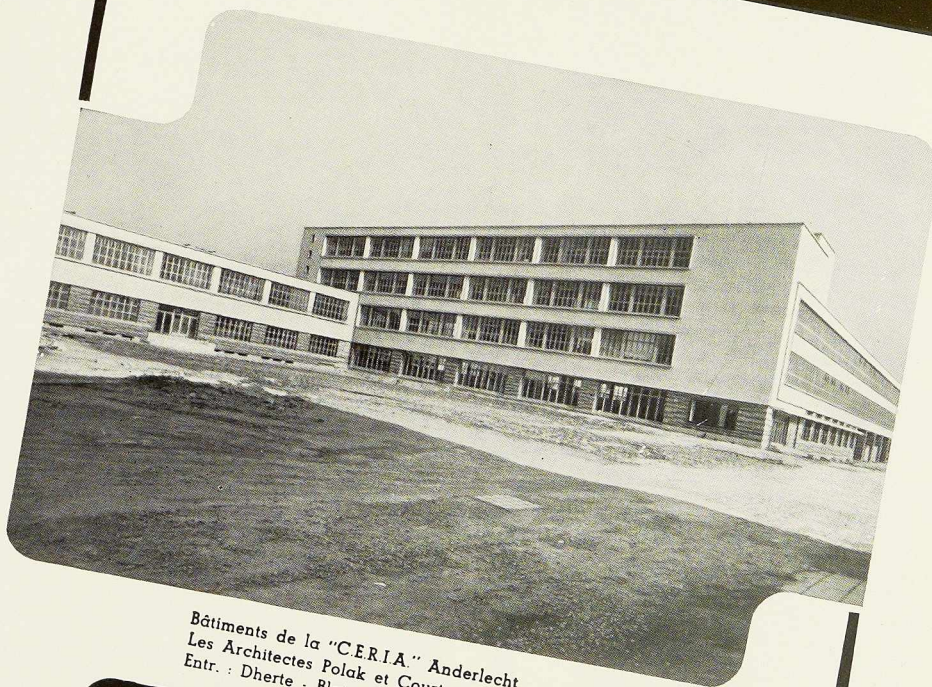


ACIERS SPÉCIAUX

COCKERILL

CHAMEBEL

VILVORDE



Bâtiments de la "CERIA" Anderlecht
Les Architectes Polak et Courtens
Entr. : Dherte - Blaton Aubert - F. Gillon

USINES et BUREAUX à VILVORDE

Tél. : 15.84.24 - 15.99.20

BUREAU de BRUXELLES, 27, rue Royale

Tél. 17.47.40 - 17.21.81

TOUTE MENUISERIE MÉTALLIQUE
ACIER - ALUMINIUM - BRONZE
CHASSIS ET PORTES
CHAMBRANLES
CLOISONS FIXES ET AMOVIBLES
REVÊTEMENTS EN TOLE
LANTERNEAUX AU VITRAGE
SANS MASTIC **ALUMINEX**



Dites-le par téléphone

... avec

M.B.L.E

TOUTES LES APPLICATIONS DE LA TÉLÉPHONIE
AUTOMATIQUE ou MANUELLE • MIXTE ou PRIVÉE

MANUFACTURE BELGE DE LAMPES ET DE MATÉRIEL ELECTRONIQUE S. A.

80, rue des Deux-Gares • BRUXELLES

M. B. L. E CONGO : B. P. 3104 KALINA-LÉOPOLDVILLE TÉL : 4002

Demandez notre Documentation T. ou téléphonez :

21.82.00 (15L.)

LINEX s'adapte s'adapte **PARTOUT**

10 ÉPAISSEURS : mm. 8 - 12 - 16 - 18 - 20 - 22 - 26
30 - 36 - 40

5 DENSITÉS : B 270 · B 260 · B 250 · B 240 · B 230

4 DIMENSIONS STANDARD : 170 cm x 122 cm -
244 cm x 122 cm - 415 cm x 122 cm -
203 cm x 81 cm

DE NOMBREUX SURFAÇAGES DIFFÉRENTS SIMPLES
OU COMBINÉS : peuplier - okoumé -
asbest-ciment - hardboard - papier
kraft, etc.

Le LINEX est un panneau
belge constitué des parties
ligneuses du lin agglomérées
avec des résines synthétiques.

*permettant de
résoudre chaque problème
de façon précise*

EBENISTERIE

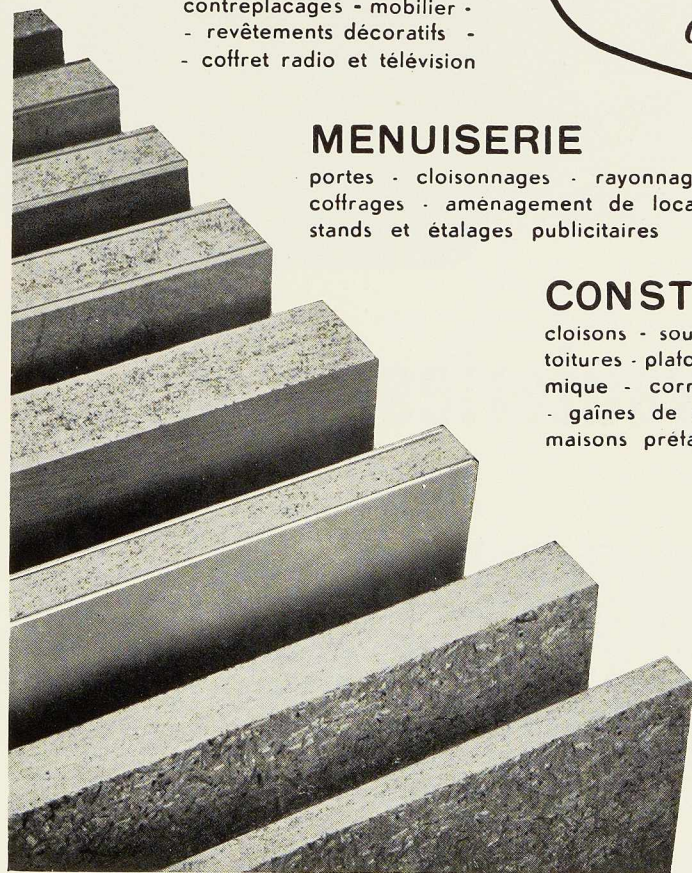
contreplacages - mobilier -
- revêtements décoratifs -
- coffret radio et télévision

MENUISERIE

portes - cloisonnages - rayonnages -
coffrages - aménagement de locaux -
stands et étalages publicitaires

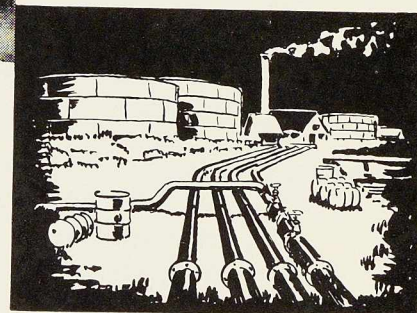
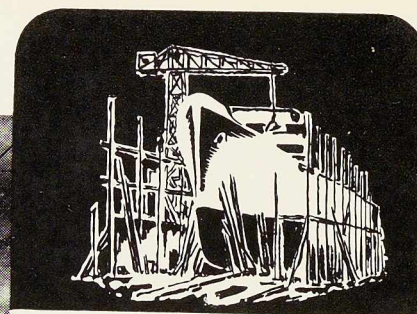
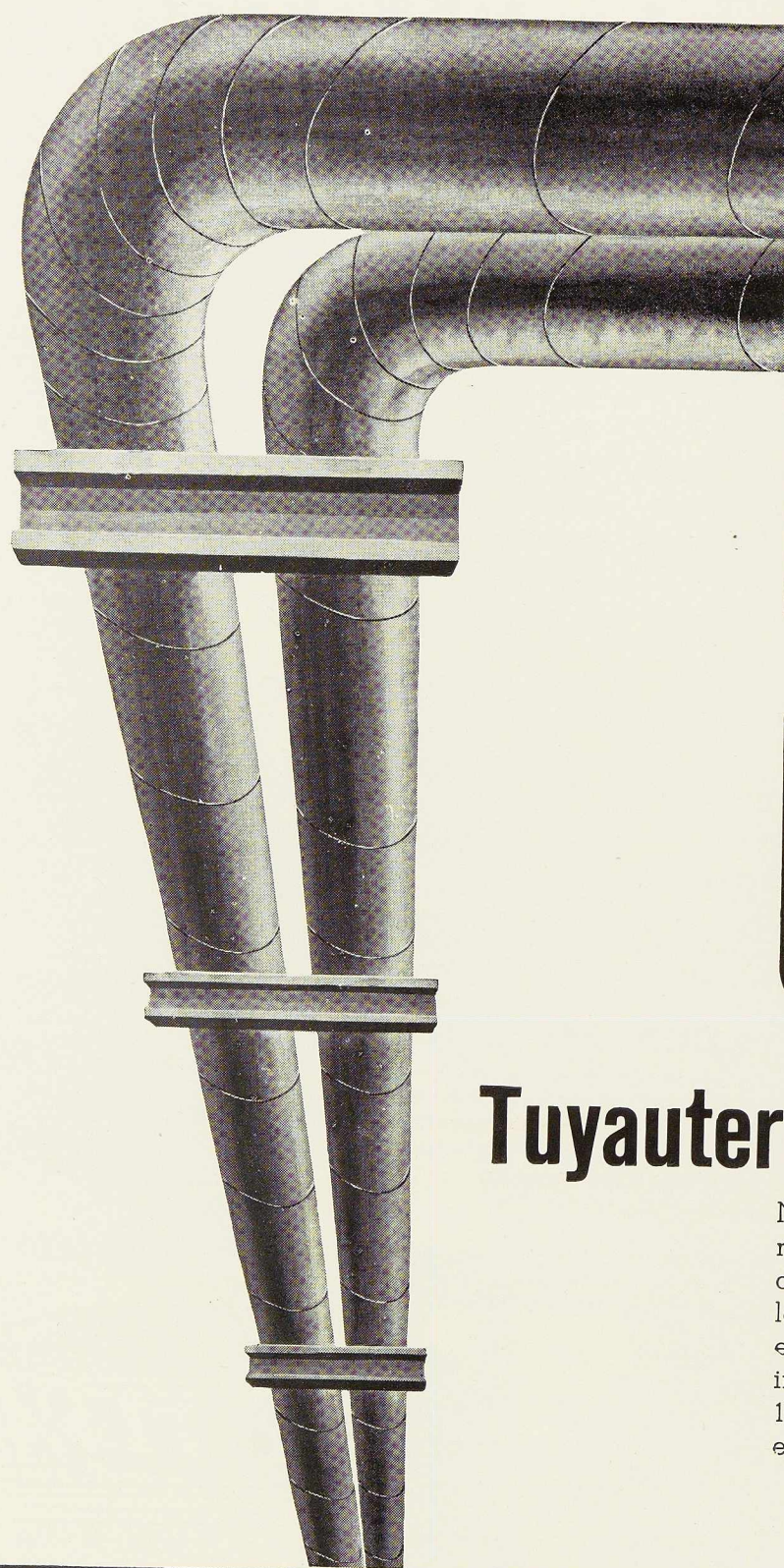
CONSTRUCTION

cloisons - sous-planchers - sous-
toitures - plafonds isolation ther-
mique - correction acoustique
- gaines de conditionnement -
maisons préfabriquées



GRAPHIC

S. A. LINEX, 27, rue de la Lys, Lauwe-lez-Courtrai



Tuyauteries

Notre département „Tuyauteries“ peut, à bon droit, revendiquer le titre de vétéran dans la branche. Innombrables sont, en effet, les navires, industries, immeubles, etc. que, depuis 1876, nos usines ont équipés en tuyauteries.

BRONSWERK S.A.



1 PONT DE MEIR - ANVERS - TÉL. 32.64.84



Locomotive Diesel hydraulique
de 32 tonnes pour manutention
dans les usines

METALLURGIE • CONSTRUCTIONS
MECANIQUES & METALLIQUES
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING • BELGIQUE

PROFILS LAMINÉS TOUTES SECTIONS

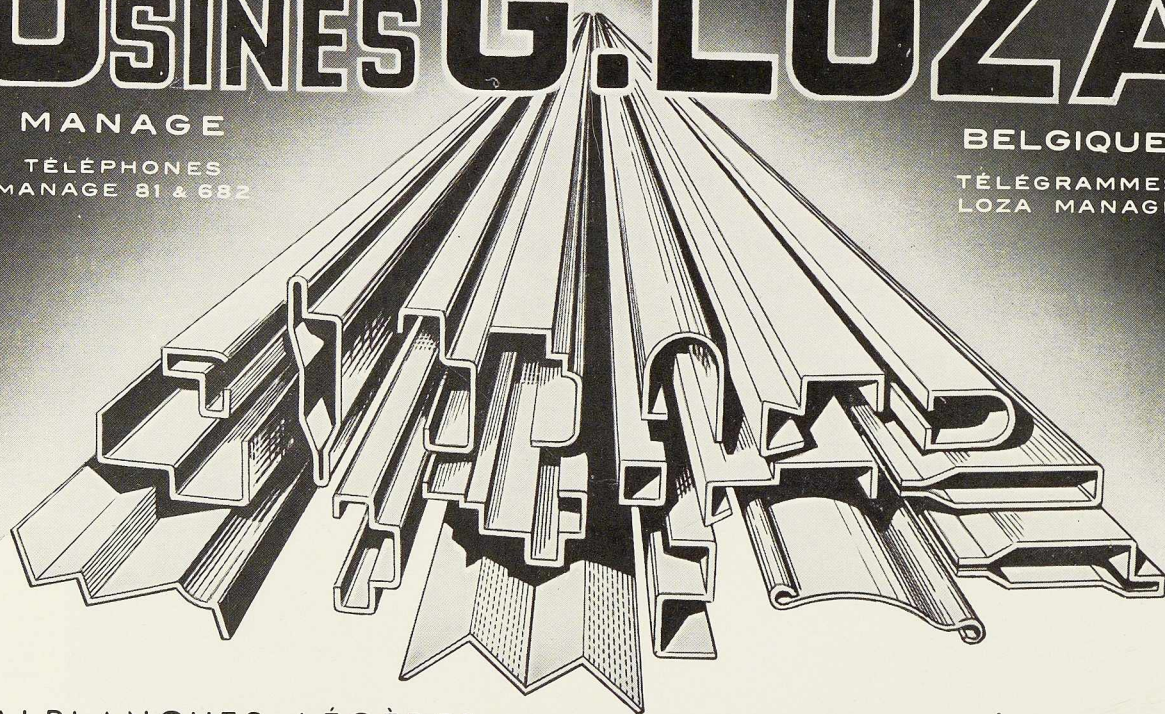
USINES G. LOZA

MANAGE

TÉLÉPHONES
MANAGE 81 & 682

BELGIQUE

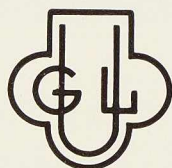
TÉLÉGRAMMES
LOZA MANAGE



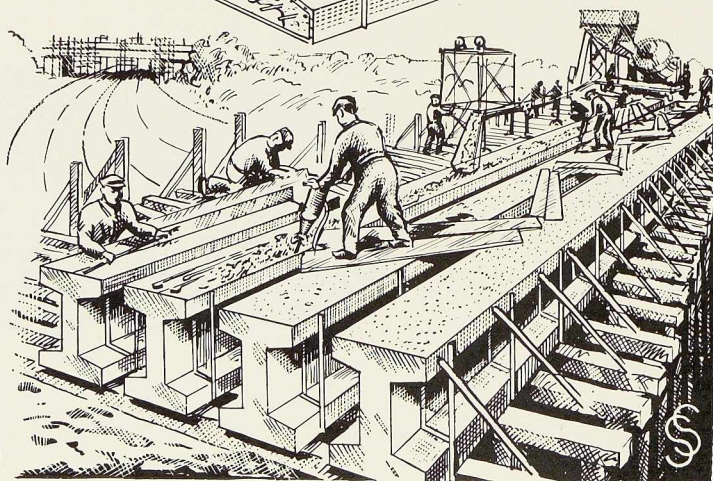
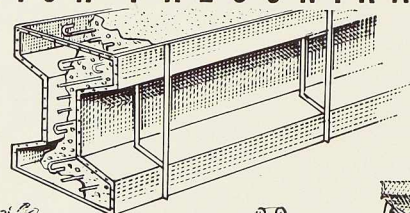
PALPLANCHES LÉGÈRES
BREVETÉES

"LOZAQUI"

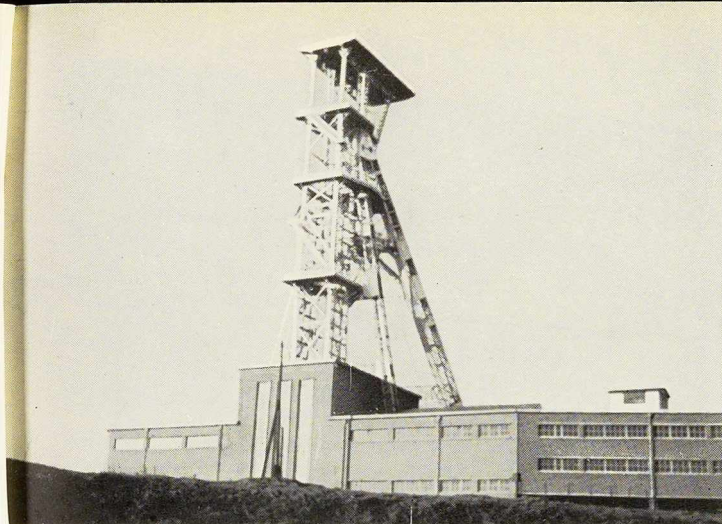
POUR TRAVAUX DROITS ET COURBES



COFFRAGE MÉTALLIQUE
POUR
BÉTON PRÉCONTRAINT



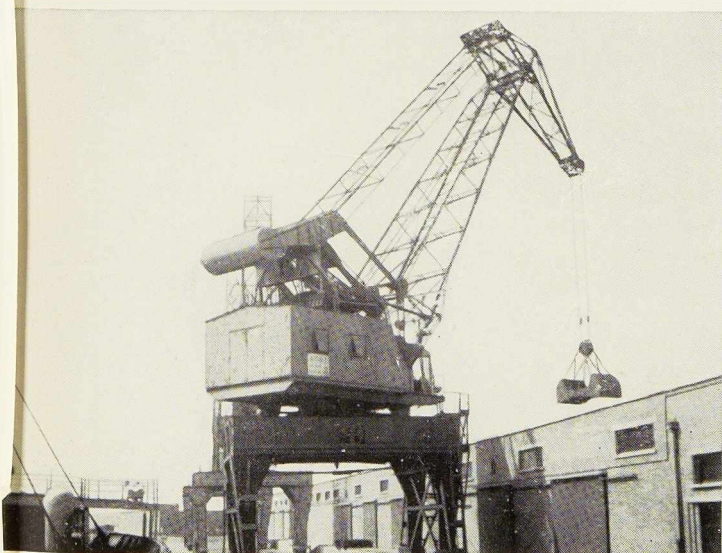
Studio Simar-Stevens



Châssis à molettes de Crachet à Frameries, pour la Société Anonyme John Cockerill.

BESSEMER

RÉPOND A TOUS VOS PROBLÈMES
DE PROTECTION ANTIROUILLE

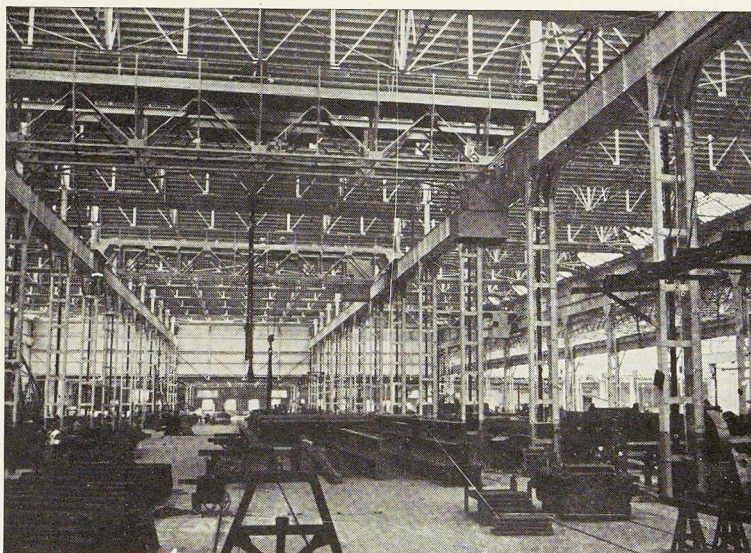


Travail en cours d'exécution au Port de Zeebrugge. Les peintures **Bessemer** sont employées. La finition sera en aluminium.

BESSEMER

50 ans d'expérience

UNE TRADITION : LA QUALITÉ



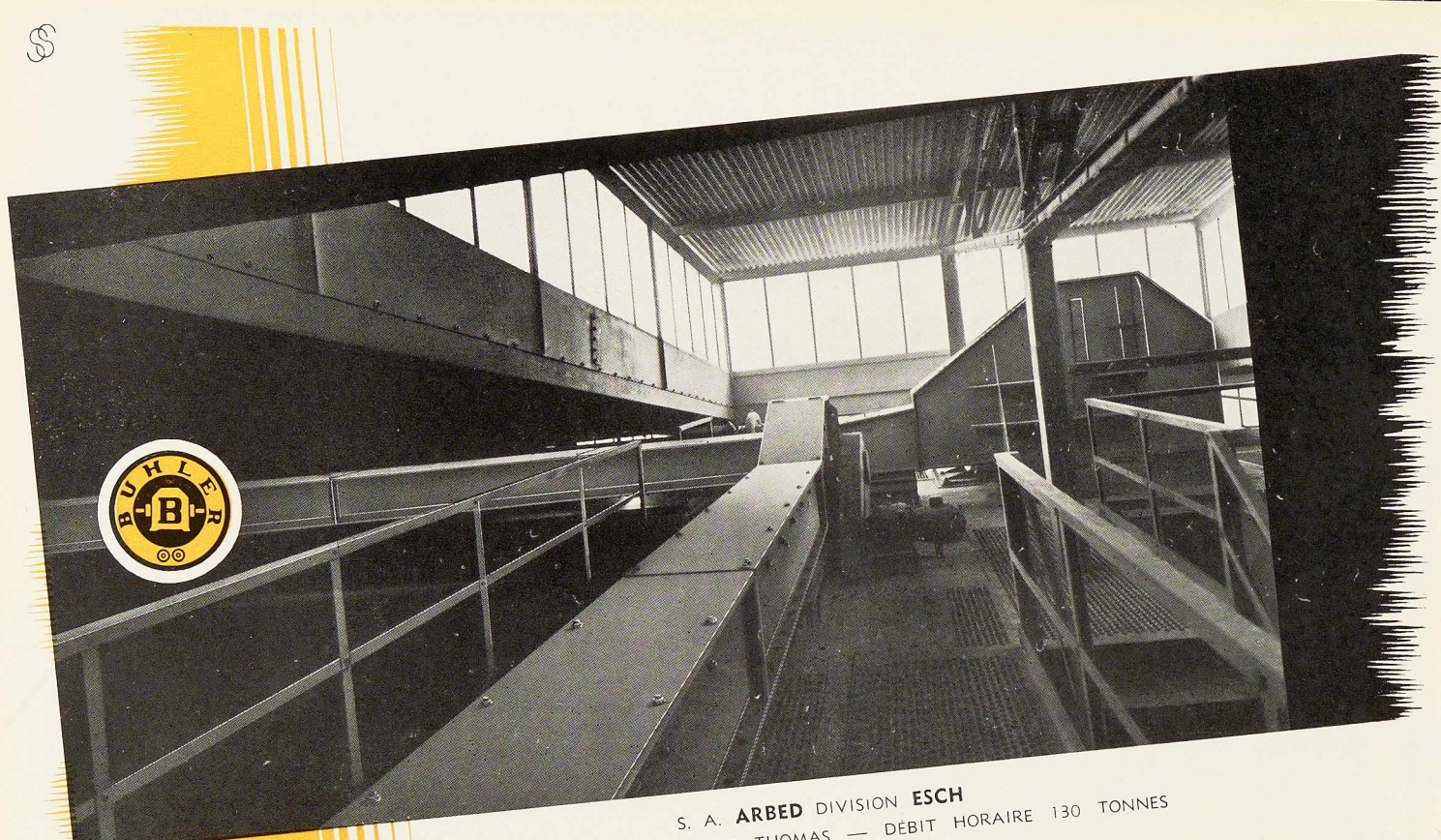
Ateliers métallurgiques de Nivelles, charpentes peintes en **Bessemer**.

PHENALU

PEINTURE BITUMINEUSE POUR ATMOS-
PHÈRES ET UTILISATIONS SPÉCIALES

*Peintures
Vernis
Emaux*

S. A. USINES LAVENNE FRÈRES - DOUR. TEL. 56
LIEGE 63.49.07 BRUXELLES 37.88.51



S. A. ARBED DIVISION ESCH
MANUTENTION DE SCORIES THOMAS — DÉBIT HORAIRE 130 TONNES

LES TRANSPORTEURS A CHAÎNE

BUHLER

SYSTÈME REDLER

...ONT FAIT LEURS PREUVES DANS
L'INDUSTRIE LOURDE

- RÉSISTANCE À L'ABRASIVITÉ ET AUX HAUTES TEMPÉRATURES.

- SIMPLICITÉ D'INSTALLATION DANS LES CONDITIONS LES PLUS VARIÉES, MÊME DANS DES BÂTIMENTS EXISTANTS ET POUR LES PRODUITS LES PLUS DIVERS.

BUHLER FRÈRES S.A.

2^A, RUE ANTOINE DANSART • BRUXELLES • TÉL. : 12.67.48

An illustration of a steel rolling mill process. A large, dark, curved shape representing a steel profile is shown emerging from a large, dark, rectangular mold. This mold is part of a long, horizontal line of industrial machinery, including several sets of rollers and gears, which recede into the distance. The entire scene is set against a light, cream-colored background.

TOUTES SECTIONS
SPÉCIALES EN ACIER
LAMINÉES A CHAUD
PROFILÉES A FROID

S. A. LAMINOIRS DE LONGTAIN
LA CROYÈRE

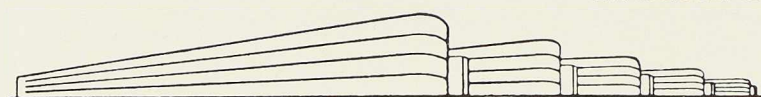




La solution **THERMOBLOC**

La solution THERMOBLOC a conquis, en 5 ans, 27 des principaux pays industriels du monde. Elle vous permettra de chauffer mieux et plus économiquement vos locaux, usines, ateliers, bureaux, garages, etc., vous procurant de la chaleur comme vous voudrez, où vous voudrez, quand vous voudrez. Documentation sur demande.

ÉTABLISSEMENTS

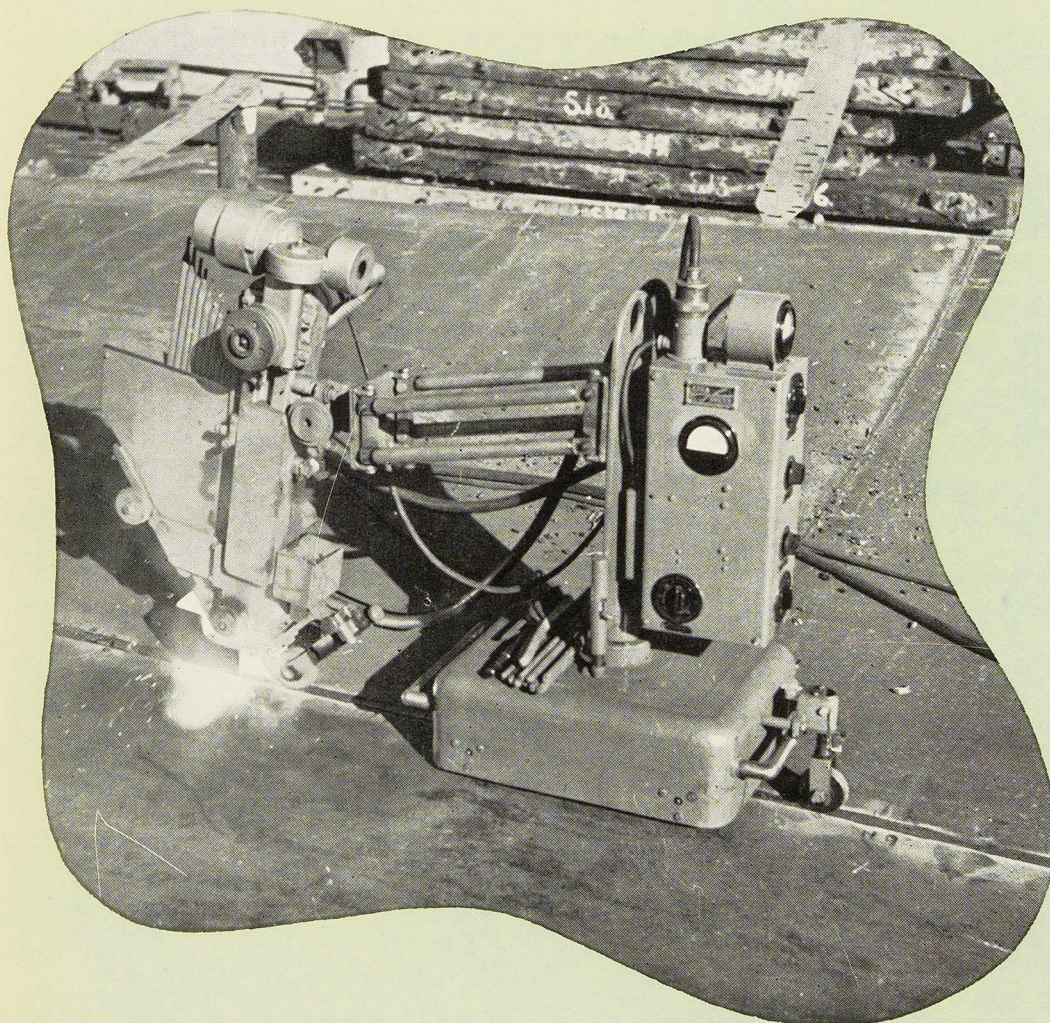


Wanson
S.A.

BOULEVARD DE LA WOLUWE • HAREN • TÉL. : 60.08.00 (8 L.)

LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE

ASEASVETS



A ssemblage parfait

S implacité

E conomie

A telier ★ chantier

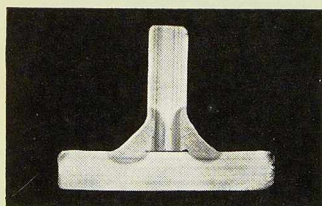
S ouplesse

V élocité

E xclusivité

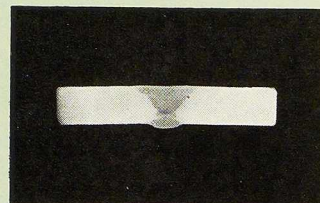
T ransport aisé

S écurité



Macrographie de soudures
exécutées ensemble par 2 mach.
S V A B Electrodes Z 12 P.

SOUDURE AUTOMATIQUE
MACHINE TYPE S V A B



Macrographie d'une soudure
bout à bout exécutée par mach.
S V A B Electrodes Z 12 P.

La machine préférée
des

Chantiers Navals Suédois

ASEA

Société Belge d'Electricité ASEA

30, Place Saintelette, 30 • Bruxelles

Tél. : 26.49.73 - 74 - 75 • Télégrammes : ASEA-Bruxelles

POUR PEINDRE ET ENTREtenir VOS CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

LES ATELIERS

H. LAUREYS

S. P. R. L.

PEINTURE

BATIMENT

INDUSTRIE

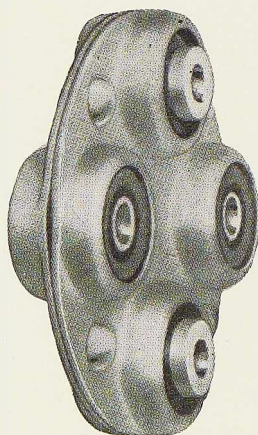
TÉL. 48.80.80

TÉL. 48.80.89

202, CHAUSSÉE DE BOENDAEL - BRUXELLES

PARTOUT ET TOUJOURS A VOTRE SERVICE

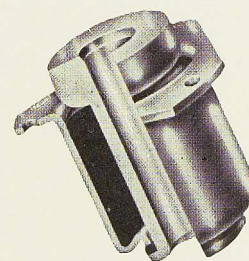
Accouplements élastiques



Articulations élastiques



Supports antivibratoires



NOUS AVONS UNE SOLUTION ÉPROUVÉE
POUR TOUS LES PROBLÈMES DE FIXATION
ARTICULATION OU TRANSMISSION ÉLASTIQUE

CONSULTEZ-NOUS

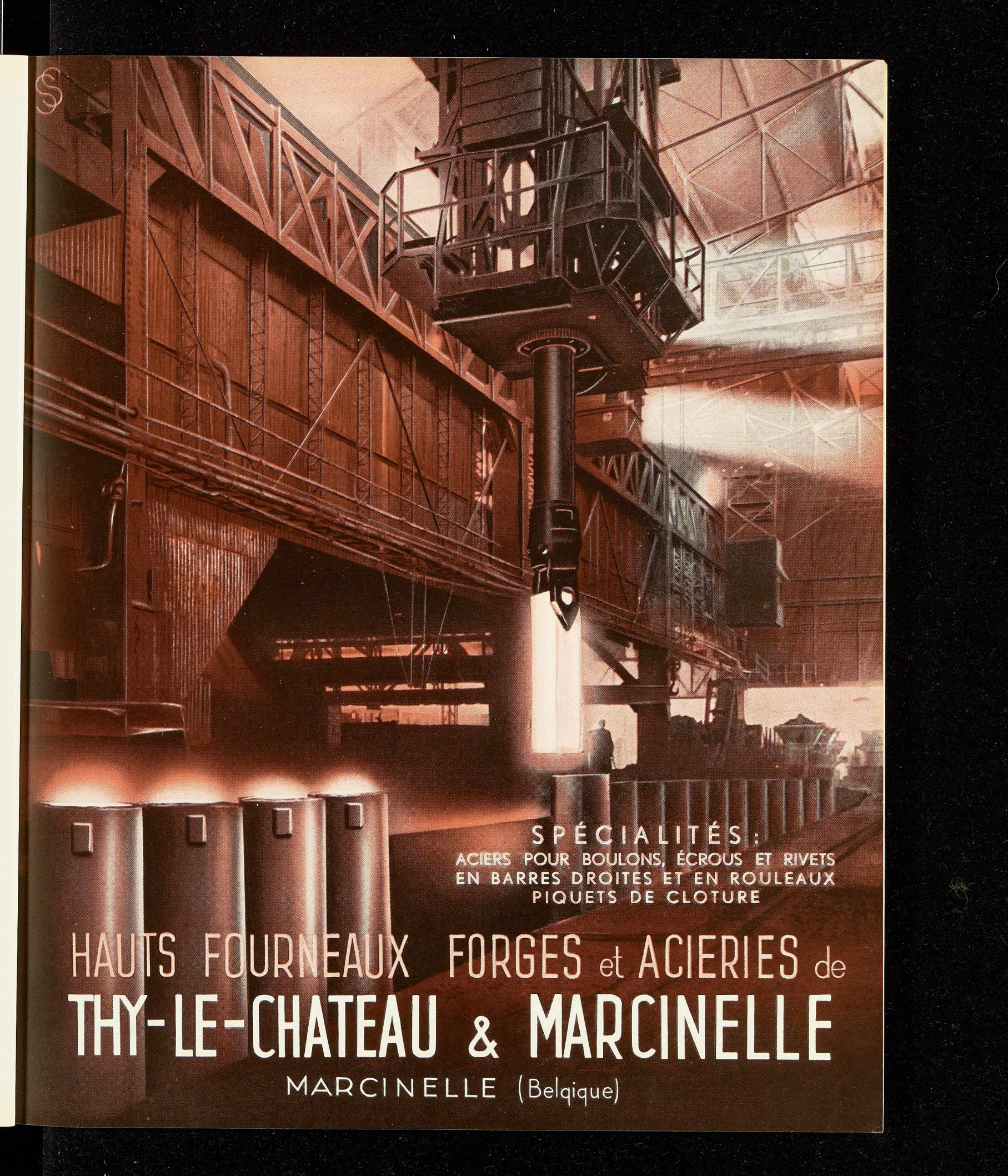
SILENTBLOC

MARQUE DÉPOSÉE

S. A. BELGE

TÉLÉPHONE : 21.05.22 • 36, RUE DES BASSINS, BRUXELLES

S



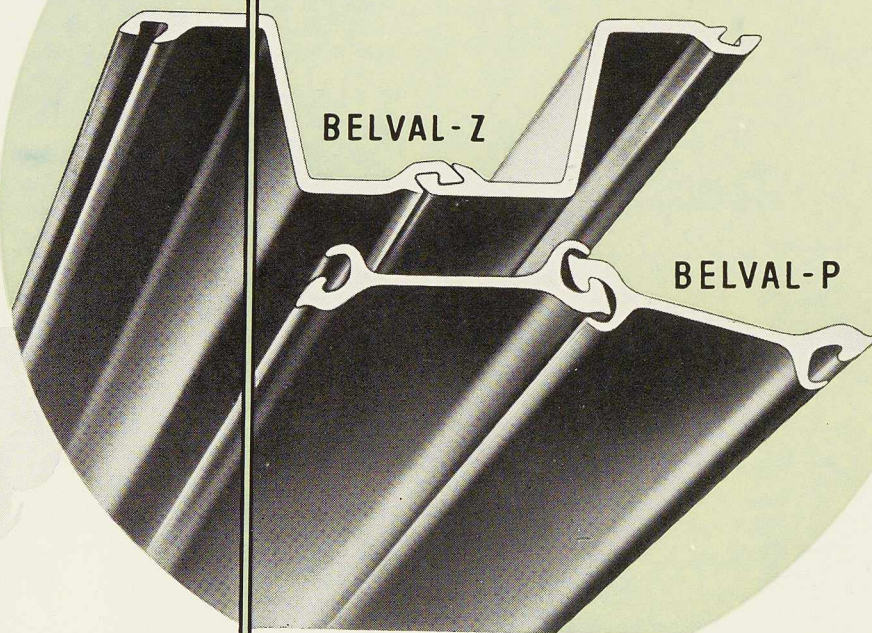
SPÉCIALITÉS :
ACIERS POUR BOULONS, ÉCROUS ET RIVETS
EN BARRES DROITES ET EN ROULEAUX
PIQUETS DE CLOTURE

HAUTS FOURNEAUX FORGES et ACIERIES de
THY-LE-CHATEAU & MARCINELLE

MARCINELLE (Belgique)

PALPLANCHES

A R B E D ★ B E L V A L



POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE :
LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE
BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE

COLUMETA

COMPTOIR METALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS - S.A. LUXEMBOURG

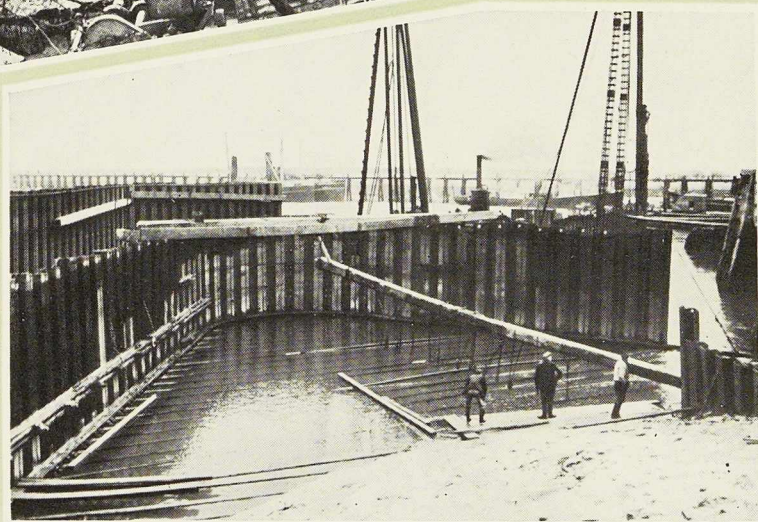


1 Construction d'un batardeau autour des restes des deux écluses à Flessingue détruites pendant la guerre.

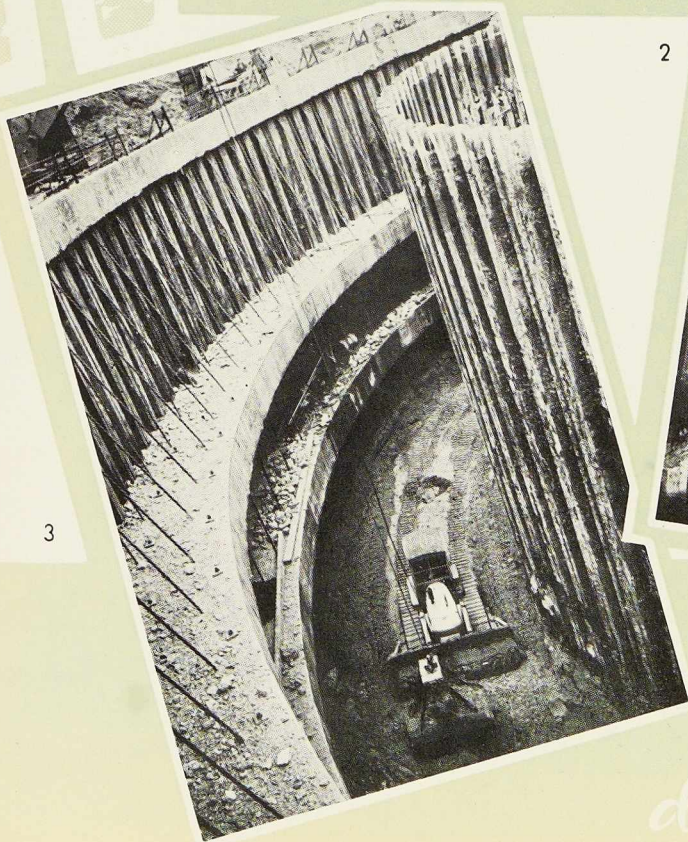
2 Construction d'une écluse à Ketelmond, Oosterpolder IJsselmeer (anc. Zuiderzee).

3 Tunnel à Velsen. — Vue vers le fond.

4 Tunnel à Velsen en-dessous du canal Amsterdam-Mer du Nord.

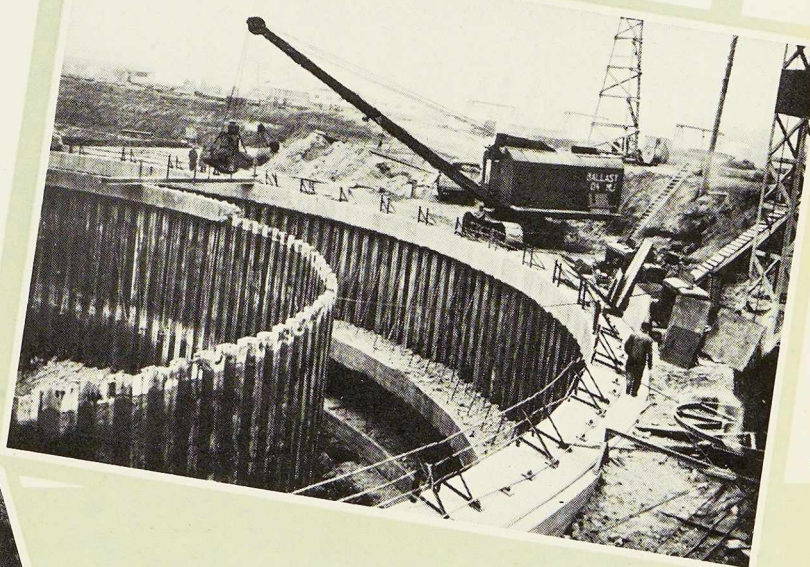


1



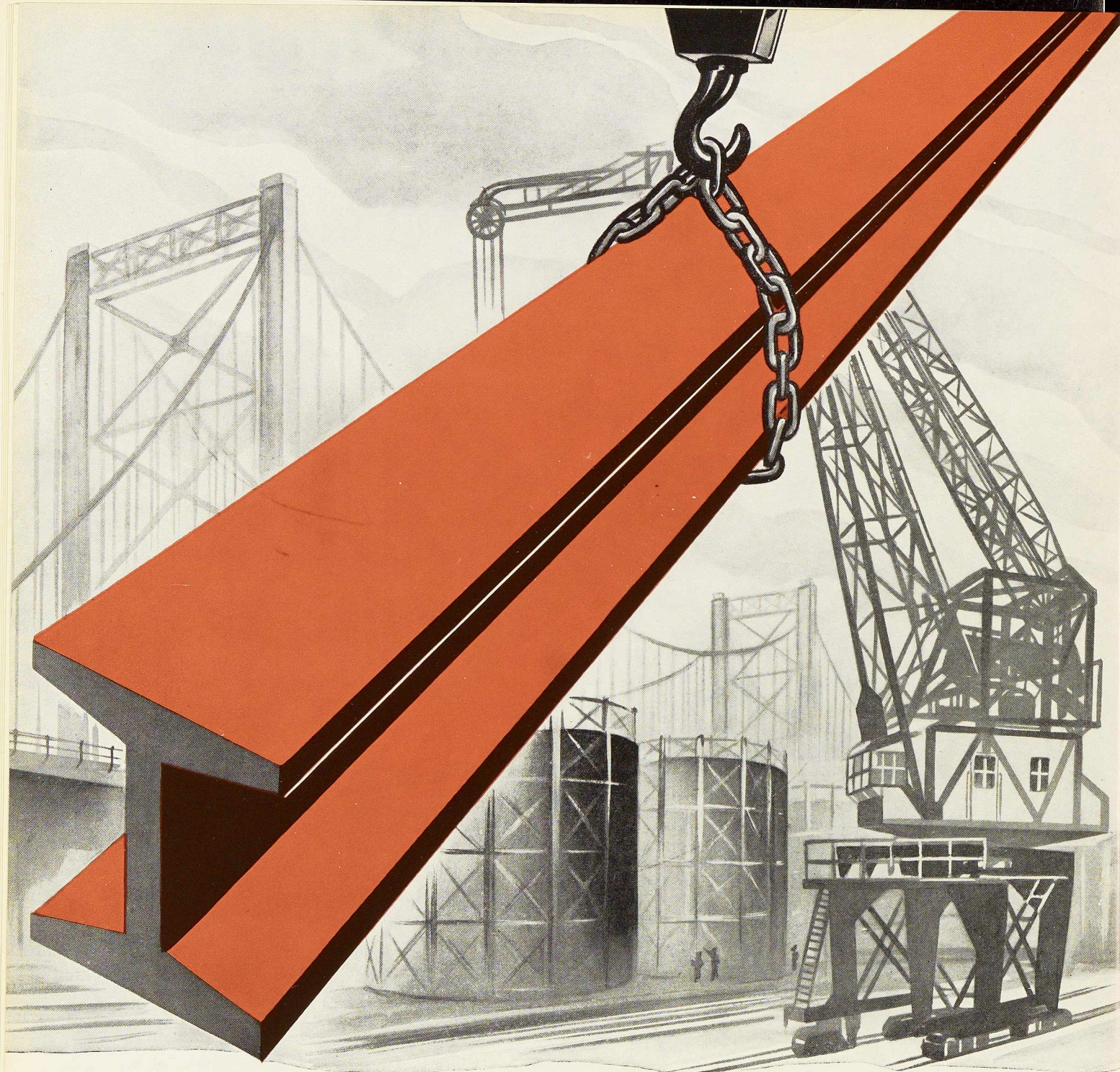
3

2



4

*Quelques applications
des palplanches Belval*



FERROPLOMB

protège le fer

C'est un produit de la
S. A. DES USINES
GEORGES LEVIS
Vilvorde



VUE PARTIELLE D'UNE
INSTALLATION COMPLÈTE DE HAUT FOURNEAU
EN COURS DE MONTAGE

SOCIÉTÉ ANONYME DES
ANCIENS ÉTABLISSEMENTS PAUL WURTH
LUXEMBOURG
FONDÉE EN 1870

Iron *And* Steel

Etablissements

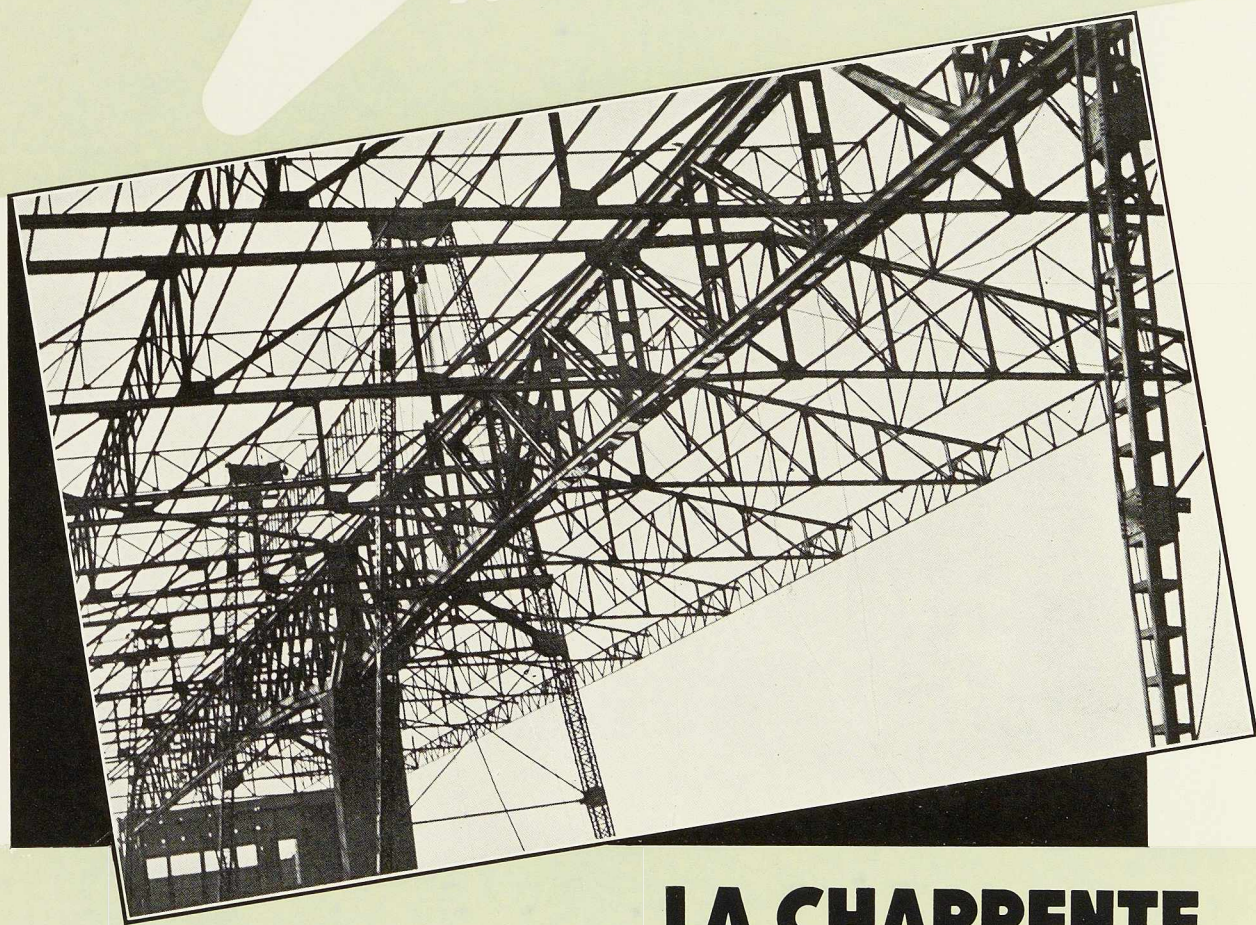
FRERE-BOURGEOIS

FONTAINE-L'ÉVÊQUE (BELGIUM)

TELEX : FREBOURG CHAR 23

MERCHANT STEEL & SECTIONS • SHEETS & PLATES • COLD DRAWN STEEL • WIRE & NAILS • MISCELLANEOUS

HANGAR POUR
AVIONS LOURDS - MELS BROECK



**LA CHARPENTE
METALLIQUE**

CONSTRUITE ET MONTÉE PAR LA S.A.

L. LEEMANS & FILS

Tél. : 51.16.50 - 51.03.25

VILVORDE

DEVIS



A. DEVIS & C^o
Produits métallurgiques

ACIERS MARCHANDS • TOLES • BOULONS
 43, RUE MASUI • BRUXELLES • TÉL. : 16.20.20 (20 lign.)

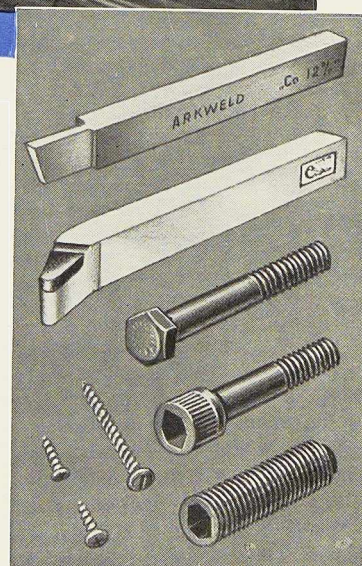
ACIERS SPÉCIAUX • OUTILS
 158, RUE ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél : 43.50.20 (6 l.)

POUTRELLES • FERS U • RONDS A BETON
 296, RUE ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél. : 43.50.70 (6 l.)

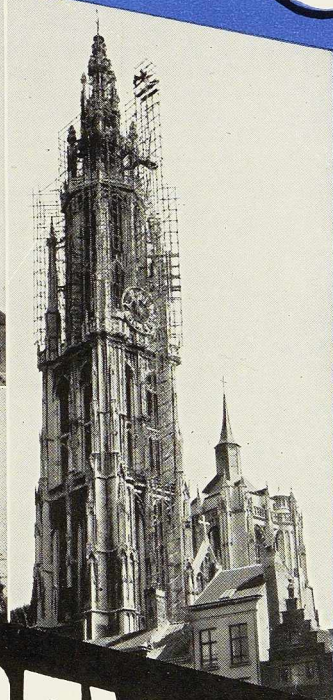
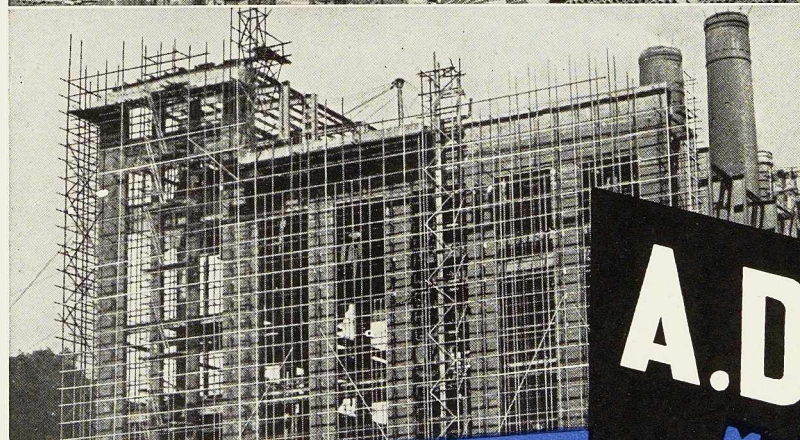
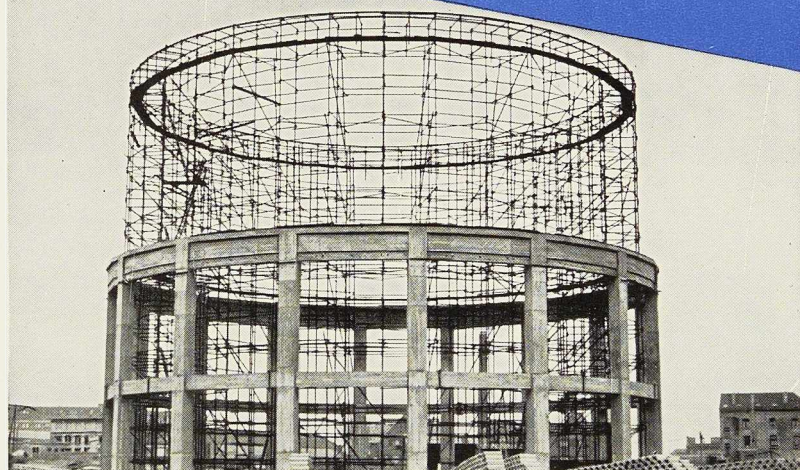
STOCKS IMPORTANTS • FOURNITURES RAPIDES

Outils
 JESSOP • SAVILLE

Toutes
 les spécialités en
 boulonnerie et
 visserie.



LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE



A.DEVIS & C^o

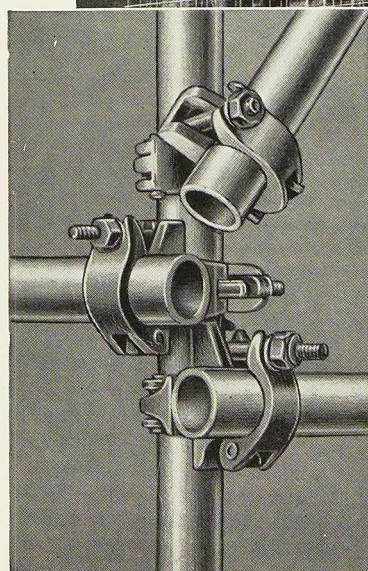
Matériel tubulaire

pour échafaudages, tours fixes et mobiles, soutiens de coffrage, monte-charges, casiers de stockage, hangars démontables, tribunes.

158, R. ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél.: 43.15.05 - 43.75.77

Les nombreux avantages du matériel tubulaire sont développés dans un album, qui vous sera envoyé sur demande.

ÉTUDES ET DEVIS GRATUITS SUR DEMANDE



LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE

SOCIÉTÉ ANONYME

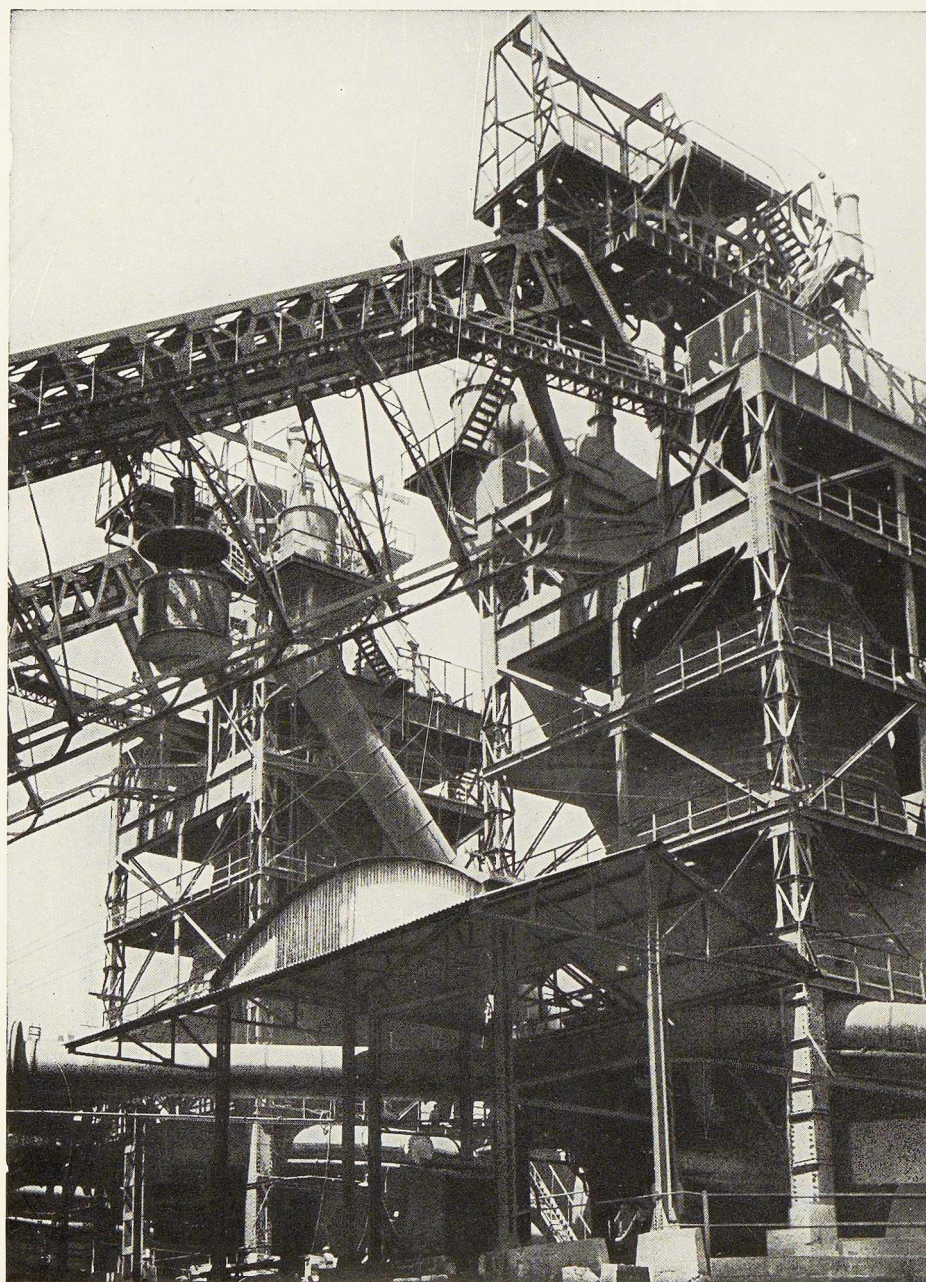
USINES GUSTAVE BOËL

LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

TÉLÉPHONES : 231.21 - 231.22 - 231.23 - 231.24

TÉLÉGRAMMES : BOËL, LA LOUVIÈRE

BOËL



Division LAMINOIRS

LARGES PLATS
TÔLES LISSES, TÔLES STRIÉES,
TÔLES À LARMES
RONDS À BÉTON - FIL MACHINE
RAILS - ÉCLISSES
DEMI-PRODUITS

Division FONDERIE D'ACIER

Moulage d'acier : Toutes pièces d'acier moulé brutes et parachevées pour matériel de chemin de fer et industries diverses. Spécialités de centres de roues et cuves à recuire pour feuillards, fils, tôles fines, etc. Essieux - Bandages - Trains montés - Pièces de forge.

Division BOULONNERIE

Boulons - Crampons - Tirefonds et rivets

Produits D I V E R S

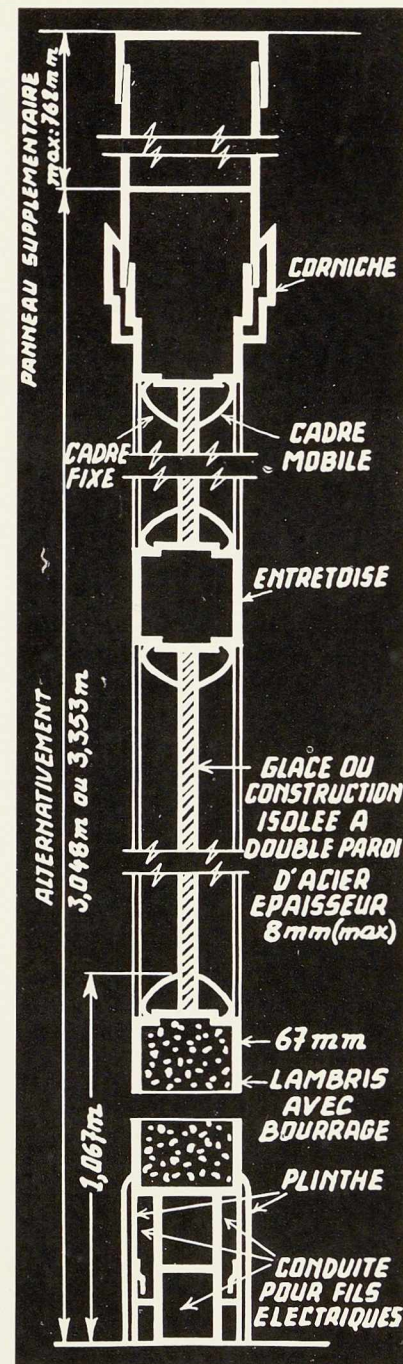
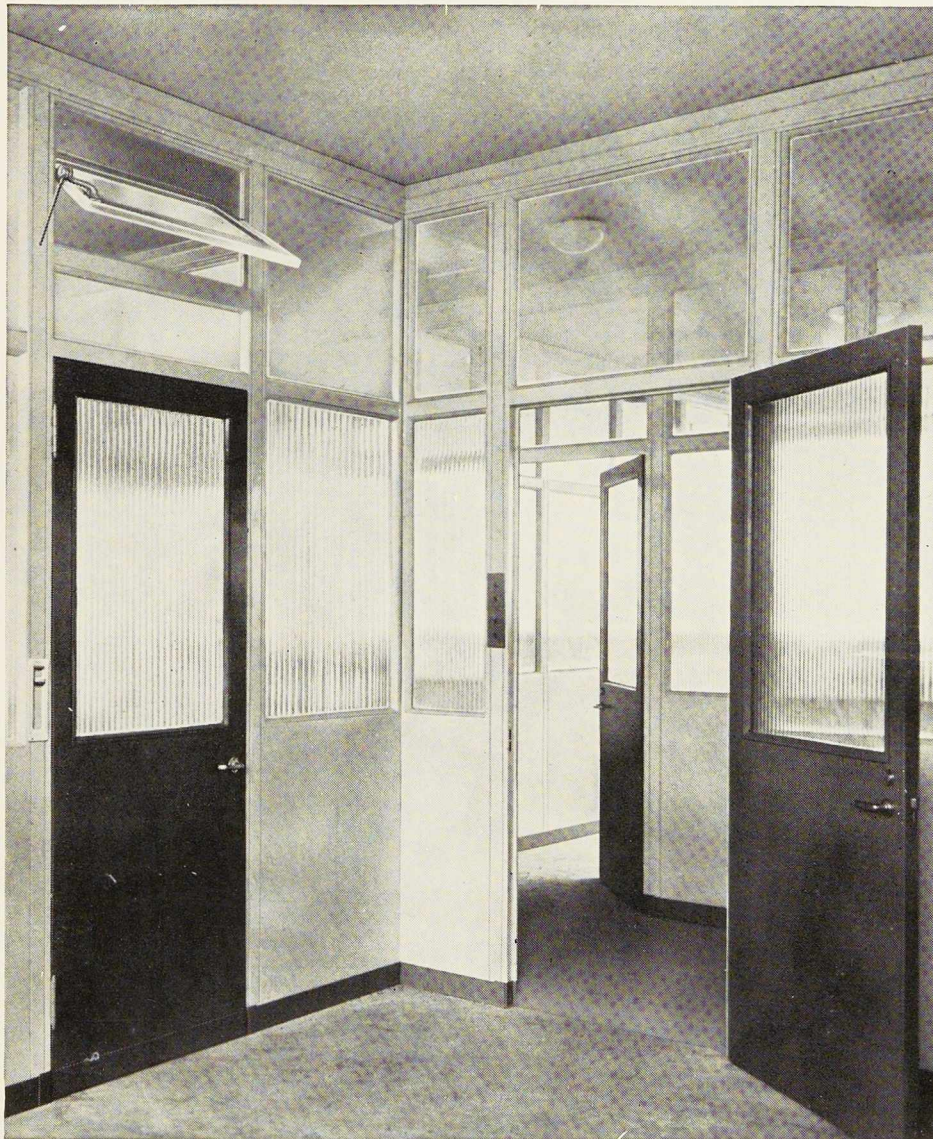
Cokes industriels et domestiques - Goudron
- Sulfate d'ammoniaque - Huiles légères.
Laitiers granulés et concassés - Scories Thomas.

CLOISONS MOBILES EN ACIER

RONEO

HERINCX-RONEO SOCIÉTÉ ANONYME

8 - 10, rue Montagne-aux-Herbes-Potagères, 8 - 10
Téléphone : 17.40.46 (3 lignes) • BRUXELLES
Succursales : GAND-ANVERS-LIÈGE-LUXEMBOURG



Les cloisons Roneo en acier de la série 45 RB sont constituées par des panneaux, livrables en différentes dimensions, et dont chaque unité forme un élément complet. Ceux-ci sont alignés et assemblés au moyen d'attaches spéciales. La rigidité et la stabilité absolues de l'ensemble sont obtenues par le montage des panneaux dans un rail continu fixé au sol, et par l'usage d'un élément profilé emboîtant la partie supérieure des panneaux sur toute leur longueur.

La partie du panneau formant lambris est à double paroi, renforcée intérieurement et remplie de matière ignifuge et amortissant le son. Au-dessus du lambris, des ouvertures sont prévues pour recevoir des glaces ou tout autre remplissage solide. Interchangeables avec les panneaux ordinaires, les portes peuvent être placées à l'endroit désiré. Elles peuvent être à simple ou à

double battant. Elles sont munies de charnières en acier bronzé, de poignées de la meilleure qualité et de serrures cylindriques placées dans des mortaises.

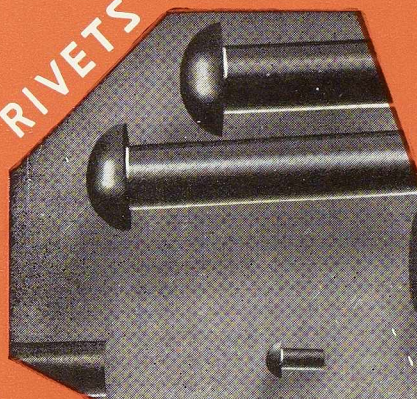
L'épaisseur de chaque élément est invariablement de 5,715 cm et la hauteur de 2,286 m, 2,743 m, 3,048 m ou 3,353 m. Des prolongements à double paroi peuvent augmenter la hauteur de chaque élément et ainsi permettre d'atteindre une hauteur supplémentaire de 0,762 m au maximum.

La limite du lambris est à 1,067 m du sol. Les largeurs Standard varient de 7,62 cm en 7,62 cm, depuis 68,58 cm jusqu'à 1,067 m. Les portes à un battant sont de 99,06 cm de large et celles à deux battants de 1,448 m. L'ouverture est respectivement de 86,36 cm et de 1,321 m.

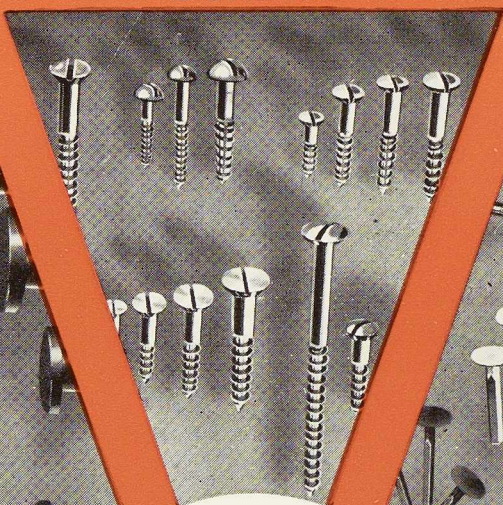
SAMBRE-ESCAUT

HEMIKSEM-BELGIUM

RIVETS



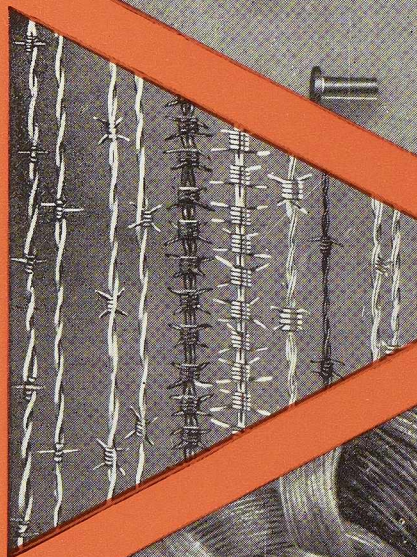
SCREWS



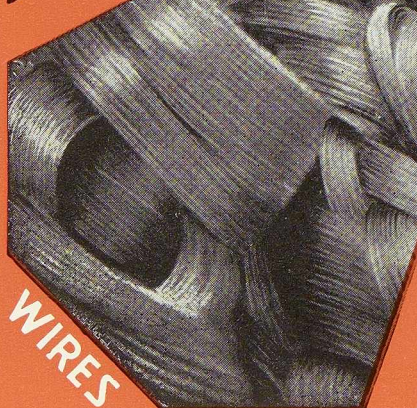
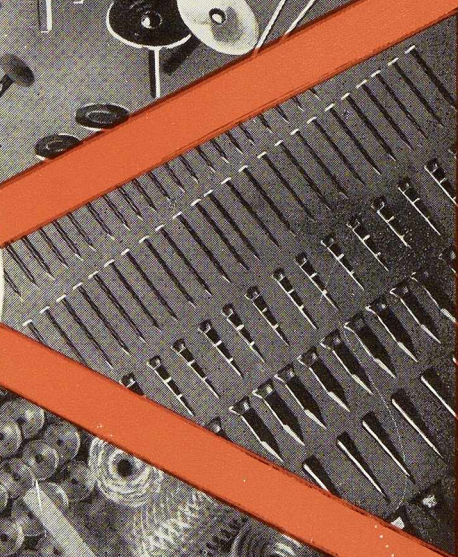
NAILS



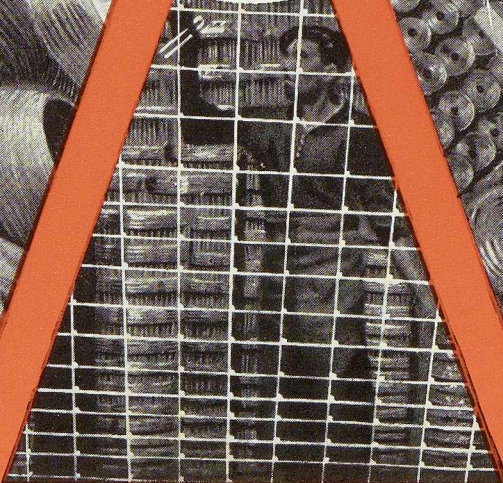
BARBED
WIRE



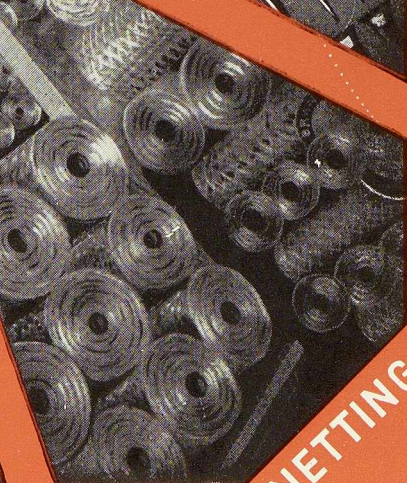
TACKS &
HOBS



WIRES



WIRE FENCING



NETTING

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

18^e ANNÉE - N° 10

OCTOBRE 1953



R. Meignant,
Ingénieur
aux Etablissements Barre,
Mathieu et Possedat

La nouvelle tour de contrôle de l'aéroport du Bourget

Du fait du développement continu du trafic, l'Aéroport de Paris a mis en adjudication le 27 août 1951, la réfection et l'agrandissement de la tour de contrôle de l'aéroport du Bourget, à partir de laquelle sont commandés les mouvements des appareils évoluant dans la zone aérienne de l'aérodrome.

*
**

Les conditions d'exploitation de la tour de contrôle imposaient des vues dégagées comportant le moins d'angles morts possible, une isolation thermique et phonique très efficace permettant au personnel spécialisé du contrôle de la circulation aérienne de travailler dans les meilleures conditions.

La solution adoptée et réalisée comporte l'exécution de deux salles superposées; une salle inférieure dans laquelle se trouve rassemblé l'appareillage auxiliaire et d'émission, et une salle supérieure constituant le local de contrôle proprement dit dans lequel travaillent les radaristes et tous les techniciens responsables du trafic.

La nouvelle tour remplaçant une première tour

de contrôle de forme circulaire et utilisant les fondations de cette première construction, présente en plan une forme polygonale à dix côtés. En coupe ses façades sont établies suivant deux lignes inclinées vers l'extérieur et faisant avec la verticale respectivement un angle de 15° dans la hauteur des vitrages du local de contrôle et de 7° entre le sol de la pièce inférieure et les allèges de la salle supérieure. L'inclinaison de 15° donnée aux glaces de la tour de contrôle est destinée à empêcher toute réflexion susceptible de troubler la vue des opérateurs qui ont à suivre les mouvements des avions au sol et au-dessus du terrain.

Le local contrôle est vitré dans toutes les directions au moyen de glaces de grande hauteur qui assurent une visibilité optimum au personnel en communication avec les avions.

La construction métallique a été préférée comme se prêtant mieux aux formes particulières imposées. Elle a permis, en outre, de réaliser un gain de 35 t sur le poids total de la construction, et cet avantage était en l'espèce déterminant, le bâtiment devant supporter la nouvelle tour, ayant été ébranlé par les bombardements et ne pouvant supporter que des charges réduites.



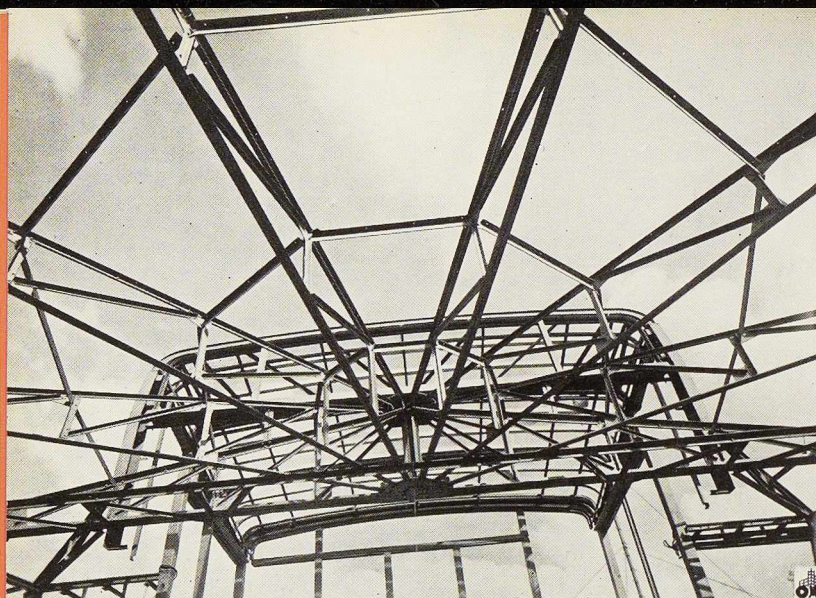


Fig. 2. Charpente de la partie supérieure de la tour en cours de montage.

Le poids global de l'ossature et du remplissage métallique obtenu est inférieur à 25 t pour une surface de base de 55 m².

L'ossature est formée de cadres rigides entièrement soudés sur place, et comportant des poteaux très fins en tôles de 6 mm pliées et soudées. Les cadres ont été réunis entre eux par boulonnage au montage, puis soudés, ce qui donne une grande rigidité à l'ensemble, ainsi qu'une excellente résistance au vent. Le 31 janvier 1953 la tour a supporté sans déformation une tempête avec rafales donnant des pressions de 180 kg/m².

Les soubassements sont montés sur feutre de 3 mm; ils comportent de l'extérieur à l'intérieur, une tôle d'aluminium ondulée préalablement traitée par oxydation anodique, un matelas de

laine de verre, une plaque d'isorel mou, une zone médiane de 30 mm d'épaisseur moyenne remplie d'air, puis la paroi intérieure en plâtre spécial supportée par deux cadres de métal déployé entre lesquels sont enrobés des serpentins de chauffage par rayonnement.

Le plancher du local de contrôle est constitué par des profilés du commerce se prolongeant en porte à faux sous une passerelle de visite extérieure et supportant une dalle en béton armé de 0,07 m d'épaisseur équipée pour le chauffage rayonnant de sol. Ce plancher est calculé pour une surcharge utile de 500 kg par m².

Au-dessous de ce plancher sont disposées les diverses canalisations électriques, téléphoniques et pneumatiques, lesquelles sont cachées par un sous-plafond suspendu constitué par des panneaux démontables en tôle émaillée.

La toiture est en aluminium posée sur comble de forme classique et une première isolation thermique constituée par un matelas de laine, une épaisseur de carton goudronné et un treillage est fixée en sous-toiture et descendue verticalement sur le pourtour jusqu'à un plafond suspendu formant deuxième isolation thermique et phonique et composé de panneaux démontables fixés à des suspentes articulées attachées aux pannes et fermettes. Ces panneaux sont constitués de bas en haut d'une tôle de 20/10 perforée (trous de 3 mm



Fig. 3. Poste de contrôle installé au sommet de la tour.

Fig. 4. Ossature métallique de la tour de contrôle.

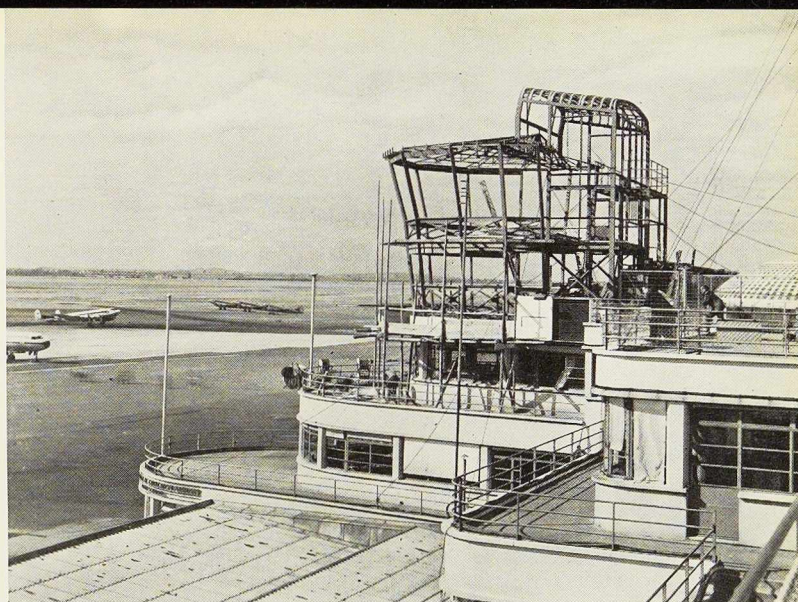
espacés de 10 mm), émaillée au four, d'un matelas de laine de verre et d'une plaque d'Isorel isolant peinte à la partie supérieure.

Toutes les faces intérieures du local contrôle, qui ne sont pas vitrées, sont revêtues en partie haute de panneaux absorbants constitués comme ceux du plafond suspendu ci-dessus.

Les baies vitrées sont constituées par des glaces ordinaires à l'étage inférieur et à l'étage supérieur, par des doubles vitrages THERMOPANES fournis par les Glaces de Boussois. Ils sont constitués de deux glaces de 5 et 7 mm (cette différence évitant les effets acoustiques de résonance) et soudées sur leur pourtour par un métal spécial qui les maintient à 12,7 mm l'une de l'autre, l'intervalle étant rempli d'air filtré et déshydraté à -80°C en laboratoire.

Toute formation de buée entre ces glaces est impossible. D'autre part, les essais de moteurs au point fixe effectués sur l'aire bétonnée devant la tour ne couvrent pas la voix d'une personne s'exprimant sur le ton de la conversation. L'isolation thermique et phonique recherchée est obtenue.

En dehors de ces résultats, la tour de contrôle du Bourget donne une nette impression de modernisme et de confort. Les travaux ont été adjugés aux Etablissements Barre, Mathieu et Passadat, à Paris, présentant un projet étudié en collabora-



Photos Chevojon.

tion avec MM. Kehr et Beugnet, Architectes à Paris, et sous la direction de M. Artigue, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

L'exécution des dessins très compliqués a été commencée en janvier 1952 et le montage était terminé en juillet 1952.

*
**

En utilisant les ressources de la construction métallique, une autre tour de contrôle du même modèle est en montage à Cambrai-Epinay, et une série de tours d'un modèle un peu différent comportant un vitrage pratiquement total, sont en cours d'exécution pour l'équipement de divers terrains de l'Union Française.

Fig. 5. Vue générale de la tour de contrôle.





Fig. 1. Centrale hydro-électrique de La Derr (Suisse). Vue depuis la chambre des vannes.

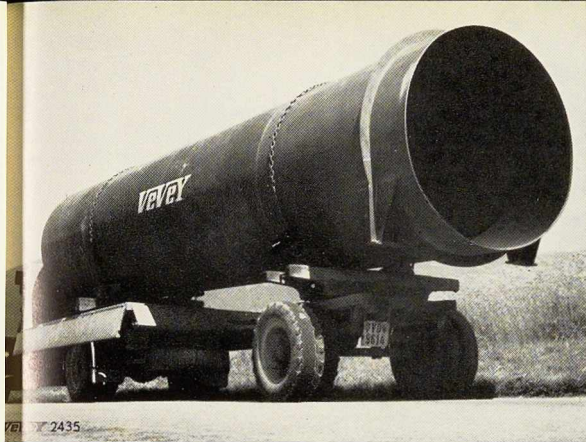


Fig. 2. Montcherand. Transport d'un tuyau.

Deux conduites forcées récentes en Suisse ⁽¹⁾

Installation de La Dernier

Lors de la transformation des installations de la Centrale hydroélectrique de La Dernier, entreprise en 1946-1947, la Compagnie Vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe a prévu le remplacement de la conduite forcée n° I, construite en 1902, par une conduite de plus grand diamètre. Ce travail, qui comprenait également le nouveau collecteur de l'usine a été confié aux Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey.

Cette commande comprenait en outre le démontage de l'ancienne conduite n° I, le raccordement amont et aval de la conduite n° II déjà construite en 1926 par les Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey et qui reste en service, ainsi que le raccordement en amont aux deux conduites de décharge existantes (fig. 1).

Conduite forcée

La nouvelle conduite présente les caractéristiques suivantes :

- Diamètres : 1,56-1,43-1,30 m.
- Longueur totale environ : 615 m.
- Épaisseur des tôles : 8-18 mm.
- Dénivellation : environ 220 m.
- Pente maximum : 77,5 %.
- Tonnage total : 335 t.

Le matériau employé est de la tôle Siemens-Martin chaudière, ayant une résistance minimum à la rupture de 35 kg/mm², une limite d'élasticité de 19 kg/mm² et un allongement minimum à la rupture de 22 %.

La contrainte maximum du métal fixée par le

cahier des charges est de 11 kg/mm² après déduction de 1 mm de l'épaisseur de la tôle pour tenir compte de la corrosion et après majoration de 10 % de la cote de retenue de l'eau pour tenir compte des coups de bélier.

La conduite est subdivisée en cinq tronçons délimités par des massifs d'ancrage (fig. 3).

En considération de la dilatation thermique, des manchons de dilatation sont intercalés immédiatement en dessous de chaque massif d'ancrage. Grâce à leurs brides, ces manchons sont démontables et peuvent donner un accès plus commode que les trous d'homme situés immédiatement à l'amont des massifs. Quant à la conduite, elle est composée de tuyaux soudés à l'arc électrique, livrés sur place en tronçons de 8 à 10 m de longueur. Chaque tuyau repose sur une sellette mobile de construction spéciale Vevey permettant une vérification et un entretien faciles des appuis (fig. 4).

Le collecteur est relié, d'une part à la nouvelle conduite et, d'autre part, à la conduite n° II. Les deux massifs d'ancrage du collecteur sont situés de part et d'autre des groupes n° I et II, d'où nécessité d'un manchon de dilatation intermédiaire. Six tés coniques et convenablement renforcés conduisent l'eau aux trois nouveaux groupes de turbines Francis de 10 000 CV de construction des Ateliers de Vevey.

Pour le démontage de la conduite existante n° I et le montage de la nouvelle conduite réutilisant le même tracé, le maître de l'ouvrage avait prévu, pour des raisons d'exploitation, deux campagnes de travail, en été 1946 et en été 1947, pendant lesquelles la Centrale a été complètement arrêtée.

Montage

C'est grâce à un programme de montage élaboré avec le plus grand soin, à la parfaite compréhén-

⁽¹⁾ Extrait de l'article de M. E. Hofmann, paru dans le *Bulletin Technique Vevey* (n° 1-1953). La Direction de cette Revue nous a aimablement prêté les clichés d'illustration.

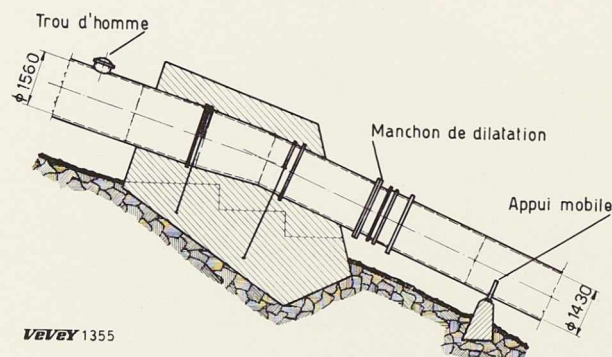


Fig. 3. La Dernier.
Détails d'un massif d'ancrage.

sion du maître de l'ouvrage et de la direction des travaux, assumée par la Compagnie d'Entreprises et de Travaux publics, à Lausanne, et à la bonne entente avec l'entreprise de génie civil, que l'ensemble des travaux a pu être achevé dans le délai demandé. Il va sans dire que le fait de disposer de bonnes installations et d'un outillage abondant, ainsi que d'un personnel expérimenté, a joué un rôle prépondérant dans la bonne exécution du travail et la bonne marche des opérations.

En 1946, on a mis en place environ 230 m de tuyaux neufs, c'est-à-dire le tronçon partant du collecteur, y compris une partie de celui-ci, jusqu'à environ 100 m en dessous du PF III. On a également démonté et mis en dépôt la presque totalité de l'ancienne conduite forcée.

Le tronçon restant à poser au cours de la campagne 1947 comprenait environ 385 m de tuyaux, le raccordement à la chambre des vannes des deux conduites forcées, des deux conduites de décharges et la seconde partie du collecteur. Tous ces travaux ont été achevés sans aucun retard sur le programme établi.

Les travaux de montage et de démontage se sont déroulés en principe de la façon suivante : Un dépôt installé le long du chemin d'accès à la centrale pouvait recevoir un certain nombre de tuyaux et de matériaux amenés par camion de la gare C. F. F. de Vallorbe et que l'on pouvait charger ensuite sur le wagonnet du funiculaire sans avoir recours à un engin de levage.

Entre deux blocs d'ancrage un portique transversal fixe assurait la manœuvre par-dessus la conduite II jusqu'au tracé. De là, chaque tuyau était muni de glissières et accroché au câble d'un treuil de retenue fixé au massif amont le plus proche. Il pouvait de la sorte descendre lentement jusqu'à son emplacement définitif.

Pour le démontage, effectué de pair avec le montage, on a descendu l'un après l'autre les

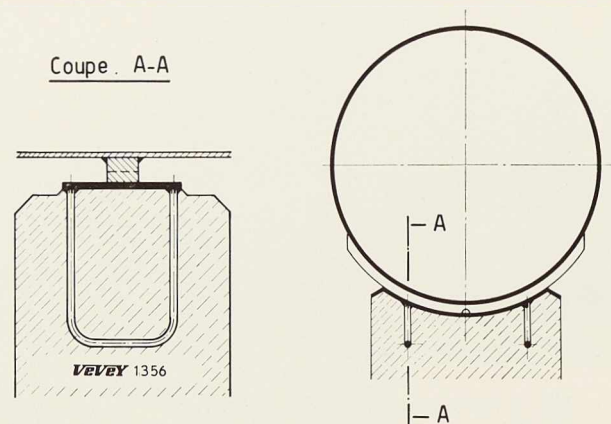


Fig. 4. La Dernier. Sellette d'appui, système Ateliers de Constructions Mécaniques Vevey.

tronçons obtenus par découpage au chalumeau oxy-acétylénique jusqu'au portique transversal fixé, où l'on avait commencé l'opération. Ainsi tous les transports le long du tracé définitif se faisaient en descendant, au moyen d'installations aisément transportables d'un bloc d'ancrage à l'autre.

Le funiculaire permanent avec treuil électrique et wagonnet a été entièrement fabriqué et monté par les Ateliers de Vevey.

Installation de Montcherand

En 1949, la Compagnie vaudoise des Forces motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, en collaboration avec la Compagnie d'Entreprises et de Travaux publics S. A., Lausanne, décida de transformer l'Usine de Montcherand, près d'Orbe, laquelle complète les installations de La Dernier, dont nous venons de parler.

L'Usine de Montcherand, construite de 1907 à 1908, utilise la chute formée par l'Orbe entre Les Clées et Montcherand. Les eaux de l'Orbe, captées aux Clées, sont amenées par un canal souterrain au bassin de mise en charge de 15 000 m³ de capacité avec plan d'eau maximum à la cote 564 730 afin d'alimenter, par une conduite sous pression, l'usine de Montcherand. L'axe du collecteur de cette usine se trouve à la cote 466 660.

Conduite forcée

Le remplacement de la conduite existante de 1 800 mm de diamètre était inscrit au programme des transformations, et ce travail a été adjugé à Vevey. La partie supérieure à ciel ouvert est formée de quatre tronçons rectilignes de 111,80-141,36-120,89 et 230,06 m. Comme à La Dernier chaque tronçon comprend un massif d'ancrage et un manchon de dilatation immédiatement à l'aval. La pente minimum est de 4,1 % et la



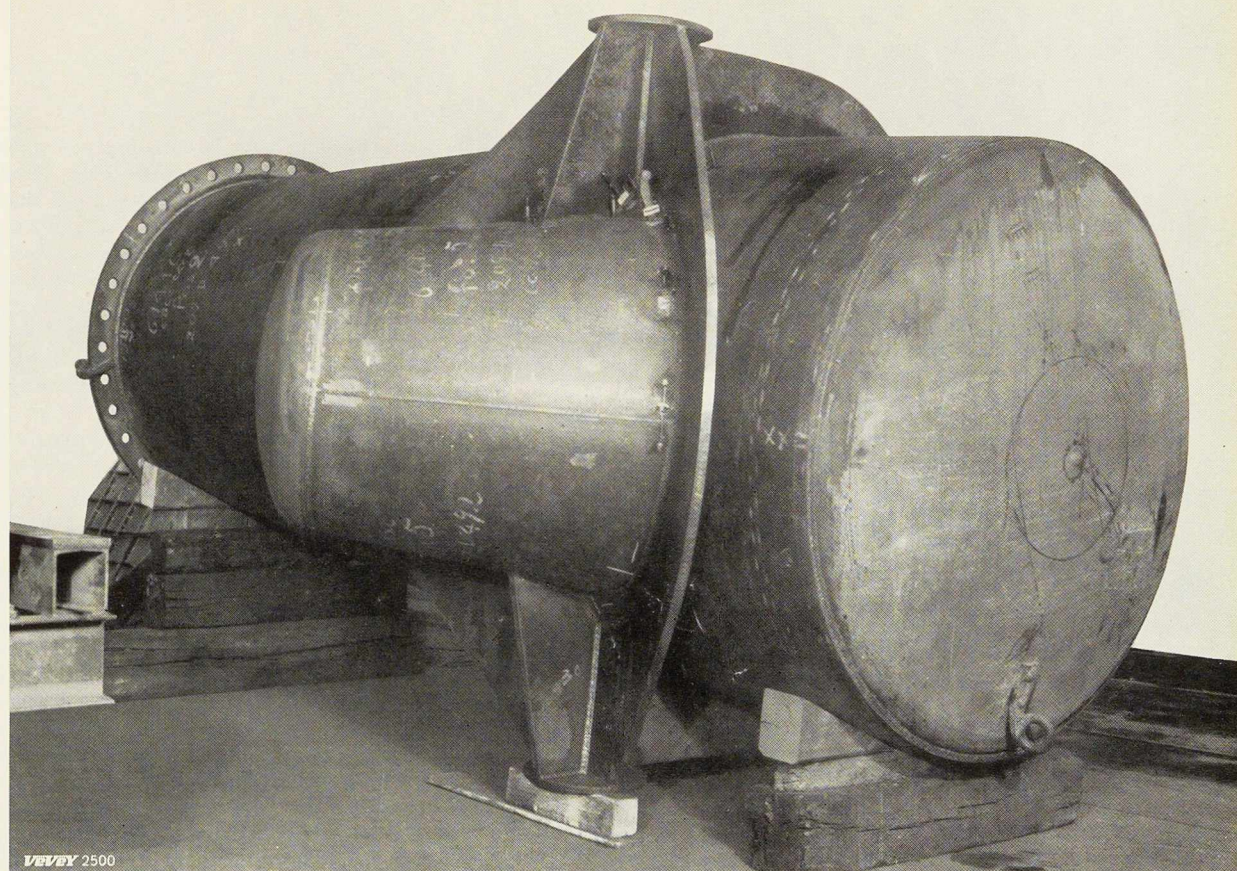


Fig. 5. Montcherand. Essai en atelier d'un tuyau-culotte du collecteur avec dispositifs tensométriques.

pente maximum de 13,86 %. La partie supérieure est en souterrain avec une pente de 100 % sur une distance de 60 m suivie d'une partie horizontale de 30 m de longueur jusqu'au collecteur de l'usine.

Celui-ci, à trois branchements de 900 mm de diamètre destinés à alimenter les trois groupes de turbines Francis de 5 000 CV chacun, également de construction Vevey, est complètement noyé dans le béton.

En tête de la conduite forcée, sitôt après l'embouchure conique et le tuyau d'entrée à travers le barrage du bassin de mise en charge se trouve la chambre de la vanne. Celle-ci contient une vanne de garde de 2 000 mm de diamètre à fermeture automatique à papillon, se fermant sous l'action d'un contrepoids, avec possibilité d'actionner le mouvement de fermeture de la station des transformateurs ou de la centrale.

Le matériau employé pour la conduite forcée est de la tôle Siemens-Martin chaudière, d'une résistance à la traction de 34 à 41 kg/mm² et un allongement de 31 à 26 % sur barreaux de 8" de longueur. La limite d'élasticité minimum est de

19 kg/mm². L'encastrement n'a pas été pris en considération pour le calcul de l'épaisseur des tôles des tuyaux en galerie noyés dans le béton.

Les tuyaux confectionnés en atelier en longueur normale de 10 m pour la partie à ciel ouvert étaient munis, à l'une des extrémités, d'un anneau de raidissement robuste (fig. 6). Ils reposent librement sur des plaques d'appui métalliques encastrées dans les socles en béton. Les tuyaux du tronçon souterrain ont été livrés en longueurs de 5 m pour faciliter les travaux de bétonnage; ils sont munis de couvre-joints et de chanfreins en V permettant un accostage facile et la soudure au montage depuis l'intérieur.

Montage de la conduite

En examinant le profil en long de la conduite on se rend compte que son montage, en particulier celui du tronçon à ciel ouvert, n'offrait pas de difficultés, notamment en ce qui concerne le soudage. Nous nous bornerons donc à décrire brièvement quelques particularités de ce travail.

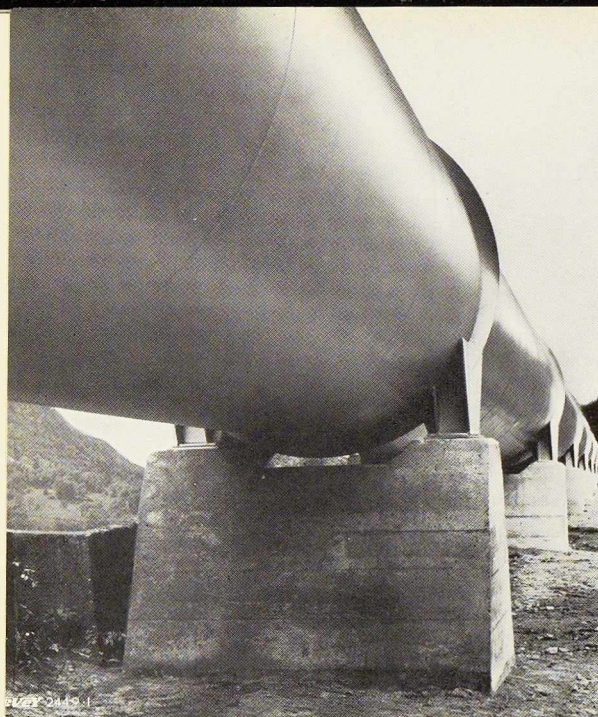


Fig. 6.
Montcherand.
Appuis avec
anneaux de
raidissement.

Relevons cependant que l'usine de Montcherand, contrairement à celle de La Dernier devait, à part de petites interruptions inévitables, rester en exploitation pendant toute la période de montage. Une parfaite synchronisation des travaux avec ceux de l'entreprise de génie civil était donc nécessaire.

A défaut d'un emplacement favorable pour le dépôt des tuyaux et du fait que la largeur du tracé ne permettait pas la pose d'une voie de funiculaire à côté de la conduite, comme c'est généralement le cas, on a dû renoncer au procédé de montage classique et on a été amené à adopter le programme suivant :

Trois chemins carrossables aménagés à travers



Fig. 7.
La Dernier.
Transport d'un
tuyau depuis le
dépôt.

champs pour la circonstance ont permis l'acheminement, au droit des PF I, III et V, des tuyaux transportés depuis la gare d'Orbe (fig. 2). Le déchargement était assuré par un portique muni d'un palan et d'un chariot. Les tuyaux étaient soulevés du camion et placés directement sur le wagonnet du funiculaire de montage — à treuil électrique et voie Decauville posée dans l'axe de la conduite — et descendus à l'emplacement définitif du tronçon aval, permettant ainsi un montage normal, en montant.

En considération de l'importance des travaux de génie civil à exécuter aux deux extrémités, le tronçon intermédiaire de la conduite a été posé en premier lieu, puis le tronçon supérieur et ensuite les tuyaux en galerie. La partie horizontale conduisant à l'usine, ainsi que le collecteur, ont été montés depuis l'usine. Pour le démontage du tronçon encastré dans le barrage du bassin de mise en charge et le remplacement de ce tronçon par un nouveau, le montage de la vanne de garde et les travaux de raccordement provisoires et définitifs, toutes dispositions avaient été prises pour assurer l'exécution pendant les courts arrêts d'exploitation de l'usine.

La conduite une fois terminée a été soumise à l'épreuve hydraulique sous une pression d'eau de 12 atm à sa base inférieure, le 5 novembre 1949.

Signalons pour terminer que le montage de cette conduite, commencé au début de mai 1949 a pu être achevé avant la date convenue du 15 novembre 1949, réalisant ainsi une avance de dix jours. Ce gain de temps a été très apprécié par le maître de l'ouvrage. D'autre part les travaux lui ont donné entière satisfaction.

Comme à La Dernier, le succès du montage est dû en grande partie à la bonne entente qui n'a cessé de régner entre le maître de l'ouvrage, la direction des travaux assumée par la Compagnie d'Entreprises et de Travaux publics à Lausanne et l'entreprise de génie civil. Il est bien évident que la question du personnel, des installations et de l'outillage de montage a également joué un rôle primordial.

Peinture

L'intérieur des tuyaux, nettoyé au jet de sable et muni d'une couche de fond à l'atelier a reçu sur place une deuxième et une troisième couches de peinture à base de bitume.

L'extérieur des tuyaux a été sablé sur place après montage et métallisé au pistolet (système Schori) avec un soin tout spécial (couche de 0,1 mm d'épaisseur). On a appliqué finalement deux couches de peinture à l'aluminium.

E. Lopez-Berges,
Marquis de Berges,
Ingénieur
des Chaussées, Canaux et Ports

Adjonction d'une tuyauterie soudée au siphon de San Vicente (Espagne)

INTRODUCTION

L'adduction d'eau à Madrid

En 1848, la capitale espagnole était une cité de 200.000 habitants, ne dépassant pas la Porte d'Alcala d'un côté et la Porte d'Atocha de l'autre.

A part les eaux du Manzanares, elle ne disposait que des eaux souterraines provenant de pluies filtrées à travers un sol sableux jusqu'à la zone argileuse. Ces eaux, qui ne venaient au jour que par quelques sources naturelles, devaient en général être atteintes par des puits et pompées par des « norias ».

En outre, le terrain était drainé par un réseau de galeries souterraines présentant une section d'environ $1,90 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$, qui amenait l'eau dans un réservoir, d'où une tuyauterie de terre cuite ou de plomb la distribuait aux fontaines publiques de la ville. Le débit total journalier, de ces galeries n'excédait guère $2\,000 \text{ m}^3$, ce qui représentait 10 l par habitant et par jour.

Doter la capitale d'une adduction d'eau digne de son extension était depuis longtemps une préoccupation pour les gouvernants. Divers projets avaient été étudiés depuis le milieu du XVIII^e siècle et en mars 1848 une Commission fut constituée pour examiner la question et établir le budget qui serait nécessaire pour capter les eaux de la rivière Lozoya. Le projet provisoire prévoyait d'amener un débit suffisant pour le double de la population alors existante.

Par décret royal du 18 juin 1851, on décida de la construction d'un canal dérivé de la Lozoya, qui s'appellerait « Canal Isabelle II » en l'honneur de la Reine régnante. La première pierre du barrage de captage, appelé « Ponton de la Oliva », fut placée par le Prince consort le 11 août 1851. Pendant sept ans, les travaux furent entravés par

toutes sortes de calamités, entre autres le terrible choléra de 1855, des ouragans et des inondations. De plus, l'on s'aperçut que les calcaires dans lesquels avait été établi le barrage étaient imperméables, ce qui fit craindre que Madrid fut privée des eaux de la Lozoya. Cependant, celles-ci furent amenées en 1858 jusqu'au lieu appelé « Campo de Guardias » où se trouvent actuellement les ateliers du canal.

L'inauguration officielle eut lieu le 24 juin 1858, en présence de la Reine, du Prince consort et du Gouvernement.

Entre le jour de cette inauguration et l'année 1953, la population madrilène a passé de 200 000 à environ 1 700 000 habitants. Le débit d'eau dérivé de la Lozoya, à qui elle doit principalement son prodigieux développement, s'accrût au même rythme et de $2\,000 \text{ m}^3$ on passa à $500\,000 \text{ m}^3$ par jour.

Le canal Isabelle II comporte actuellement trois barrages de retenue, échelonnés sur la rivière



Fig. 1. Atelier à pied d'œuvre pour la construction des tubes.

Lozoya : « Riosequillo », « Puentes Viejas » et « El Villar ». Le premier est un barrage-poids de 1 060 m de longueur, ayant 5 m de largeur au couronnement et 62 m à la base. Ses 55 m de hauteur permettent d'emmagasiner 5 millions de m³ d'eau. Les deux autres, situés en aval, ont des hauteurs respectives de 63,50 m et de 45,50 m et emmagasinent 50 millions et 24 millions de m³ d'eau. En particulier, le barrage de « El Villar », qui entra en service en 1878, était en avance de trente ans sur les autres de son type en Europe.

De ces barrages partent trois aqueducs, le « Canal Bajo » ou « Antiguo » construit à l'époque héroïque, entra en service en 1852. Il a 77 km de longueur et peut débiter 4 m³ par seconde. Le « Canal Transversal », inauguré en 1912, qui a 24 km de long et débite 8 m³ par seconde, relie le barrage de « El Villar » au « Canal Antiguo ». Enfin le « Nuevo Canal » ou « Canal Alto », terminé en 1930, a 54,5 km de long avec un débit maximum de 6 m³ par seconde : il est parallèle au « Canal Antiguo ».

A proximité de la ville, l'eau est emmagasinée dans six réservoirs enterrés, d'une capacité totale de 1 million de m³, ce qui suffirait en cas de nécessité à satisfaire aux besoins de la population pendant 48 heures, en supposant une consommation normale d'été. Le réseau dispose encore de deux châteaux d'eau, dont le premier, métallique, a une capacité de 1 500 m³ et le second, en béton armé, de 40 m de hauteur, peut contenir 3 600 m³.

Quant au réseau de distribution proprement dit, il comporte 30 km de galeries visitables et 800 km de tuyauterie dont le diamètre varie de 50 à 1 400 mm.

De plus, une installation hydro-électrique, située à Torrelaguna, à 57 km de Madrid, fut

inaugurée en 1913. Elle présente, comme caractéristiques fondamentales, une chute de 151 m et une puissance installée de 9 000 CV. L'énergie produite à 5 000 volts, est élevée à 45 kV pour être conduite à la capitale. Elle permet de satisfaire tous les besoins en énergie électrique des installations du canal et le surplus est vendu aux Compagnies urbaines de distribution.

Enfin, les Madrilènes ayant pratiquement épuisé les possibilités de la rivière Lozoya, on a projeté d'incorporer les débits des bassins versants des rivières Jarama et Sorbe qui sont les plus proches de Madrid. Le projet du canal de la Jarama ayant été approuvé, on procède aux travaux que nous pourrions appeler préliminaires, c'est-à-dire à la construction du chemin de service et celui du transport d'énergie électrique à haute tension (40 000 V) le long du trajet du futur aqueduc.

Les eaux de ces deux rivières provenant, comme celles de la Lozoya, de la Sierra Guadarrama, sont très pures, leur bassin versant étant quasiment désertique.

Le siphon de San Vicente dans le Nuevo Canal

A l'origine du *Nuevo Canal*, entre les km 0,771 et 2,061, l'aqueduc doit franchir un ravin d'une certaine importance, le ravin de San Vicente, par un siphon consistant essentiellement en deux tubes de tôle jumelés de 1,40 m de diamètre intérieur. Une seule de ces conduites fut installée au cours des années 1928-1929.

En 1948, on se décida à monter le second tube et on adopta la construction soudée. Les travaux commencés par la Société *Obras Metalicas Electro-Soldadas* (OMES) sont actuellement terminés à la

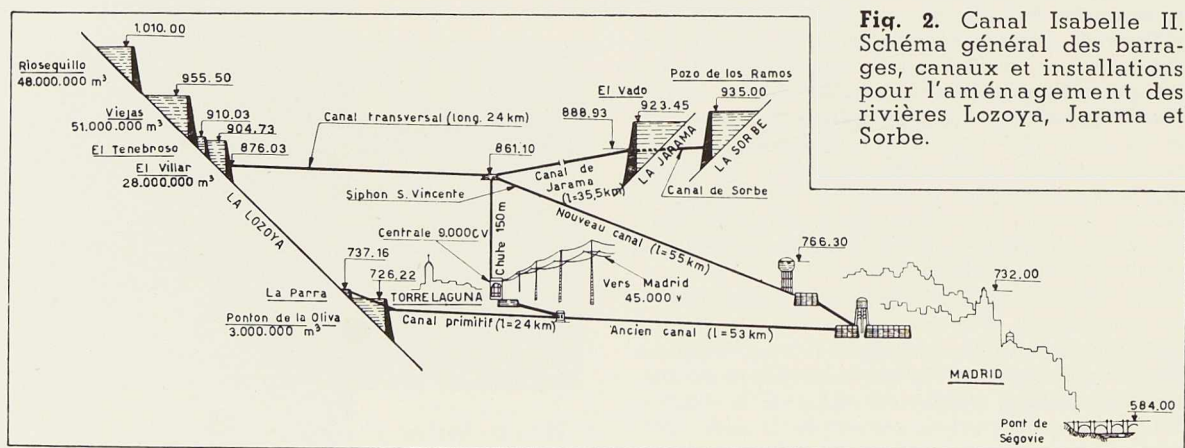


Fig. 2. Canal Isabelle II. Schéma général des barrages, canaux et installations pour l'aménagement des rivières Lozoya, Jarama et Sorbe.

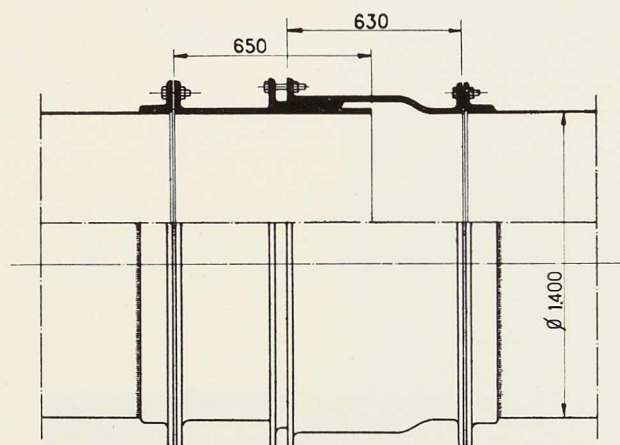


Fig. 3. Joint de dilatation.

satisfaction des autorités du Canal. Leur coût atteignit huit millions de pesetas (environ 10 000 000 de francs belges).

Description de la tuyauterie

La tuyauterie de tôle de 1 296,27 m a, comme dit ci-dessus, un diamètre intérieur de 1,40 m et une épaisseur variable de 6, 8 et 12 mm, suivant la pression subie. Elle est pourvue de joints de dilatation, de soupapes d'entrée et de sortie d'air, de vannes et accessoires nécessaires au bon fonctionnement du siphon. Elle est appuyée sur des supports en béton coulé situés à une distance de 3 ou 4 m suivant qu'il s'agit de tubes de 6 mm ou d'épaisseur plus forte.

Des supports spéciaux ont été coulés aux points où le siphon traverse le ruisseau de San Vicente et le chemin dénommé « la Cabrera ». Il est muni d'une vidange de fond et des massifs d'ancrage en béton armé sont placés aux points de changement de pente.

La tôle est en acier Siemens-Martin, qualité S. 2 du catalogue des *Altos Hornos de Vizcaya*, tôle pour chaudière dont les caractéristiques fondamentales sont :

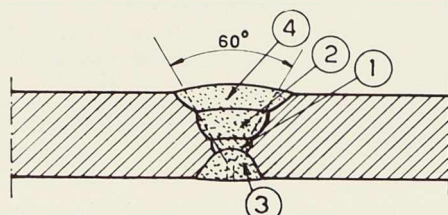


Fig. 4. Séquence des soudures.

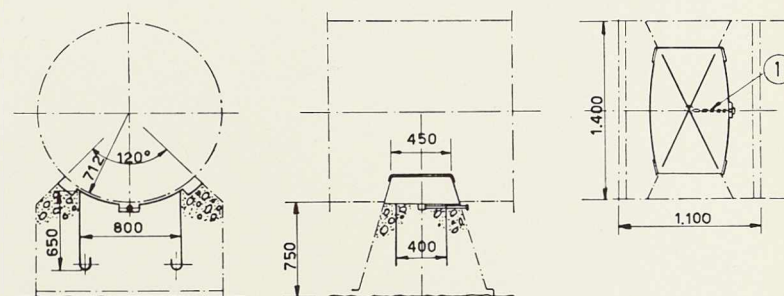


Fig. 5. Appuis et selles d'appuis.
1. Graissage.

— Charge de rupture : 40 à 50 kg/mm².

— Allongement : 25 %.

— Dureté : 120 Brinell.

Sa composition chimique est la suivante :

Carbone	0,15 à 0,25 %
Manganèse	0,35 à 0,50 %
Silicium	0,12 %
Soufre	0,06 %
Phosphore	0,04 %

Le profil longitudinal se compose de quinze alignements divisés chacun en deux tronçons par un joint de dilatation. Ces joints ont été placés aux mêmes endroits que ceux de la première conduite, la pratique ayant prouvé que le choix qui avait été fait était heureux. Les efforts auxquels sont soumis les différents tronçons, tant en compression qu'en traction, sont très en dessous de la tension admissible sur laquelle sont basées les hypothèses de calcul, soit 1 000 kg/cm².

Les tubes sont constitués d'éléments de 6 m de longueur en trois viroles. La virole est obtenue par cintrage au cylindre et soudée longitudinalement, en atelier, à l'électricité.

L'assemblage entre tubes contigus effectué sur chantier s'est également fait par soudure à l'arc. Les coudes sont constitués par des viroles rectilignes tronquées assemblées par soudure. Le

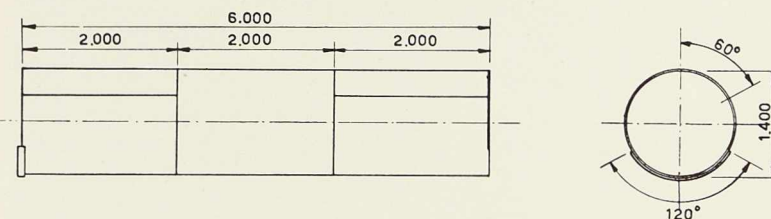


Fig. 6. Elévation et coupe d'un tube assemblé en atelier.



Fig. 7. Mise en position d'une virole.

Caractéristiques de la conduite

Débit : 3 m³/sec.
 Vitesse : 1,95 m/sec.
 Longueur : 1 296,27 m.
 Perte de charge totale (théorique) : 3,06 m.
 Pression disponible à l'extrémité de la conduite (théorique) : 2,69 m.

nombre de viroles droites qui constituent un coude, a été déterminé selon la longueur du coude et l'angle de déviation, de façon que le côté du polygone régulier extérieur ainsi formé n'excède pas 1 m.

Quant à l'appui de la conduite sur ces supports, il est réalisé au moyen de tôles de 4 mm. Aux appuis spéciaux, une rotule d'acier est intercalée entre le tube et son support; la vidange de fond est absolument analogue à celle existant sur la première conduite.

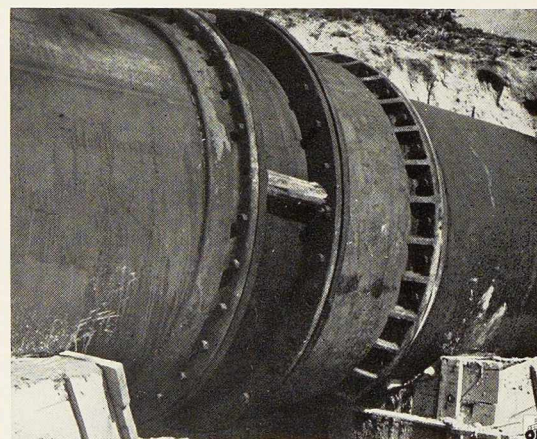


Fig. 8. Joint de dilatation en acier coulé, soudé à la tuyauterie.



Epaisseur de la tôle	Hauteur piézométrique	Tronçon
6 mm	52,41 m	1 - 7
8 mm	67,80 m	2 - 6
10 mm	82,16 m	3 - 5
12 mm	120,18 m	4

Pour les calculs, les sollicitations suivantes furent prises en considération :

1. Pression intérieure due à la colonne d'eau.
2. Flexion de la conduite entre appuis.
3. Effort de frottement sur les appuis.
4. Variations dues à la température (joints de dilatation).

Fig. 9. Travaux de montage de la nouvelle conduite soudée.

Fig. 10. Vue de l'ancienne et de la nouvelle conduites.



Les tensions maxima obtenues ont été :		Tronçon	Longueur (m)	Allongement en mm
<i>Tronçons de 6 mm :</i>				
Traction annulaire	6,58 kg/mm ²	1	57,257	42
Traction longitudinale . . .	3,83 kg/mm ²	2	84,705	61
Compression longitudinale .	5,74 kg/mm ²	3	55,090	40
		4	64,470	47
		5	74,488	54
<i>Tronçons de 8 mm :</i>				
Traction annulaire	6,36 kg/mm ²	6	112,450	81
Traction longitudinale . . .	4,78 kg/mm ²	7	80,030	58
Compression longitudinale .	5,64 kg/mm ²	8	131,390	95
		9	185,712	134
<i>Tronçons de 10 mm :</i>				
Traction annulaire	6,19 kg/mm ²	10	95,162	62
Traction longitudinale . . .	4,77 kg/mm ²	11	91,140	66
Compression longitudinale .	4,42 kg/mm ²	12	81,810	59
		13	27,180	20
<i>Tronçon de 12 mm :</i>				
Traction annulaire	7,54 kg/mm ²	14	35,964	26
Traction longitudinale . . .	5,19 kg/mm ²	15	76,345	55
Compression longitudinale .	5,34 kg/mm ²			

Toutes ces valeurs sont admissibles étant inférieures à celle de 10 kg/mm² que l'on s'était imposé de ne pas dépasser.

Dilatation des tronçons droits

Avec le coefficient de dilatation 12×10^{-6} et une variation de température de 60°, la variation de longueur est

$$60 \times 12 \times 10^{-6} = 0,00072 = 0,72 \text{ mm.}$$

L'allongement maximum par dilatation pour chaque tronçon est de

Organisation des travaux

Un atelier fut monté à pied d'œuvre pour la construction des viroles (coupe, courbage et soudage), leur peinture intérieure et leur stockage; la peinture extérieure ne fût faite qu'après montage en place et assemblage par soudure. Les épreuves en laboratoire pour vérifier les caractéristiques mécaniques des matériaux et des soudures, ont donné des résultats satisfaisant amplement aux conditions du cahier des charges.

E. L.-B.



Photo R. Pouzet.

La Société des Maisons Phénix a été créée en France en 1945 dans le but d'étudier et de réaliser la construction de maisons, à l'aide d'éléments fabriqués en usine suivant des méthodes industrielles modernes.

Le principe commun de construction des Maisons Phénix réside dans l'emploi d'une ossature métallique supportant toutes les charges et servant de cadre général à la construction, dont tous les éléments viennent ensuite s'assembler sans ajustage ni retouche.

Cette méthode permet de construire dans des délais très courts et avec une main-d'œuvre réduite comprenant peu d'ouvriers qualifiés, des groupes de logements très importants.

Tous les éléments des constructions ont été étudiés en vue :

- a) D'une fabrication en série comportant de très faibles tolérances de dimensions;
- b) D'un transport facile et peu onéreux;
- c) D'un montage rapide, n'exigeant aucun matériel spécial de levage ou de manutention.

C'est l'incapacité du bâtiment traditionnel de répondre à une demande pressante dans des délais satisfaisants qui a été l'origine de la préfabrication en France comme dans d'autres pays.

Les besoins français, estimés au minimum à 240 000 logements par an, ne pourront jamais être satisfaits sans le concours de techniques nouvelles dans le domaine du bâtiment.

La préfabrication est une de ces techniques. Elle est justiciable des lois qui régissent la production industrielle en général. D'abord, elle ne peut être mise utilement en œuvre que pour l'exécution des programmes importants composés d'un nombre réduit de types différents. Il faut,

Maisons Phénix

de plus, que ces programmes puissent être réalisés dans le temps, avec une régularité permettant aux ateliers une production continue. Il faut enfin adapter ces fabrications aux progrès techniques et viser à les perfectionner sans arrêt.

Détails techniques

Les maisons Phénix ont une largeur normale de sept mètres et une longueur variable de mètre en mètre. Il n'y a aucun module imposé pour les cloisonnements intérieurs. Les procédés se prêtent à une grande variété de combinaisons et d'aspects architecturaux.

L'ossature et la charpente de toiture sont en acier, les blocs-fenêtres sont réalisés en acier, avec cadres en tôle d'acier ou d'aluminium. On a adopté les dalles en béton armé pour les parois extérieures, tandis que les parois intérieures et les cloisons sont en carreaux de plâtre creux lisses, les deux faces ne comportant pas d'enduit.

L'ossature en acier comprend essentiellement :

Les poteaux en I de 80 mm tous les mètres;

Les fermes tous les 2 ou 4 m;

Les pannes;

Les sablières;

Les contreventements.

Tous ces éléments sont assemblés sur place par des boulons. Ils sont protégés par une peinture bitumineuse appliquée en usine par trempage; une deuxième couche est appliquée sur chantier, après montage.

Le poids d'un poteau est de 15 kg dans le cas d'une maison à rez-de-chaussée et de 30 kg dans le cas d'une maison à étage. Pour une ferme le poids est de l'ordre de 80 kg.



Les blocs-fenêtres, constitués par des dalles en béton armé de $1,00 \times 0,40 \times 0,04$ m d'épaisseur, sont revêtus d'un mouchetis au moment de leur fabrication. Ces dalles s'emboîtent l'une dans l'autre par rainures et languettes et sont accrochées aux poteaux par des agrafes spéciales.

La paroi intérieure et les cloisons sont constituées par des carreaux de plâtre creux lisses, deux faces de 0,07 m d'épaisseur, sans enduit.

Fabrication et mise en œuvre

Les ossatures métalliques sont fabriquées en série en usine. La fabrication des dalles de revêtement extérieur se fait en usine fixe ou foraine au moyen de moules métalliques sur table vibrante. Les éléments de paroi intérieure, de plafond et de cloisons proviennent directement des usines de fabrication.

Les fondations sont réalisées de façon traditionnelle. A la partie supérieure des murettes sont scellées, tous les mètres, les tiges sur lesquelles seront boulonnées les embases des poteaux d'ossature. Une bande de *Ruberoïd* est ensuite posée

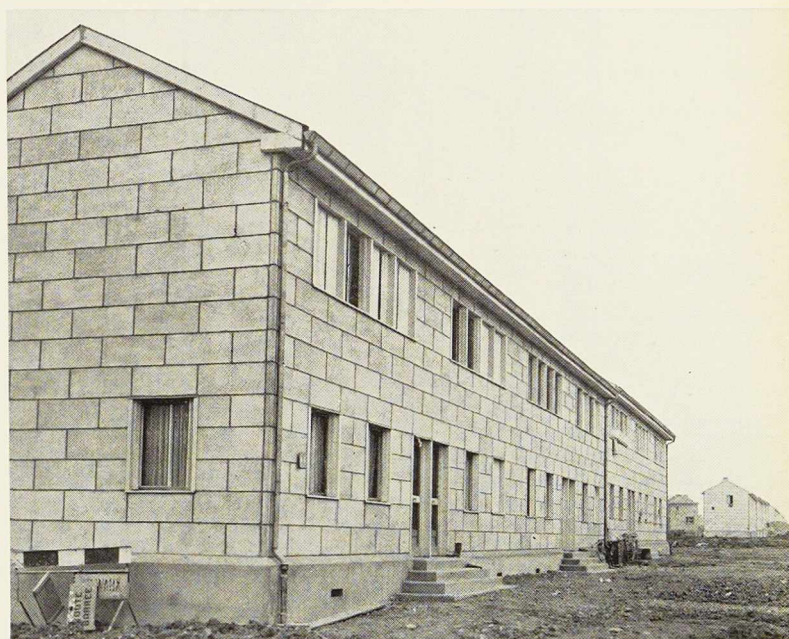


Fig. 2. Maisons Phénix à étages réalisées à l'aide d'éléments fabriqués en usine.

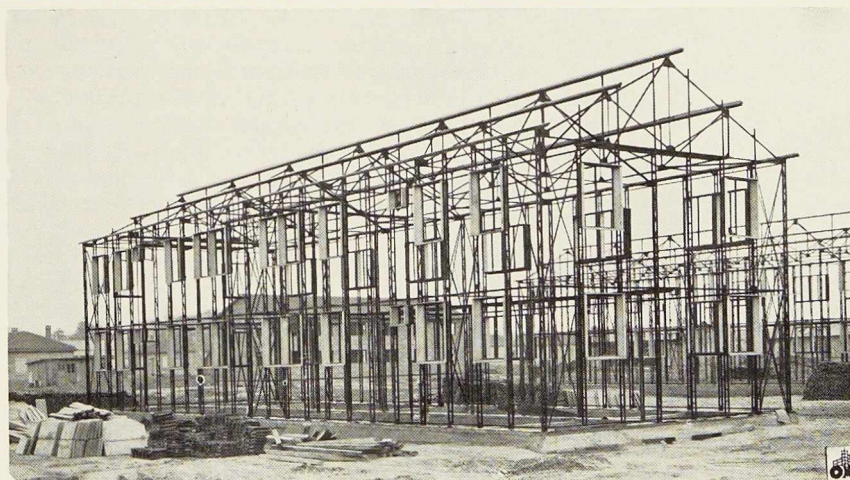
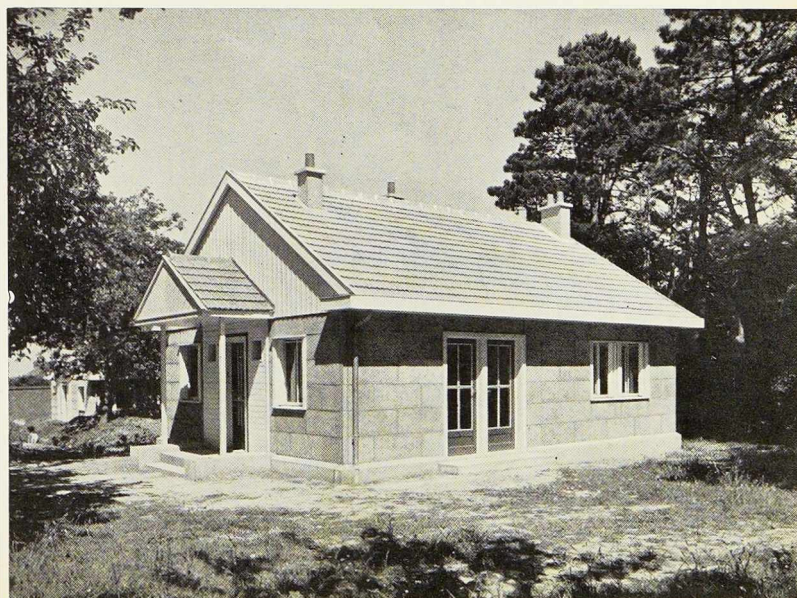


Fig. 3. Ossature métallique et blocs-fenêtres avec cadres en tôle d'acier.

Fig. 4. Maison Phénix sans étage, aux lignes simples et agréables.

sur ces murettes afin d'éviter les remontées d'humidité. Les sols sont formés en principe par une dalle en béton avec chape sur hérisson de cailloux ou de mâchefer. La chape est couverte d'un revêtement en *Isorel* extra dur collé au moyen d'une colle spéciale ou de tout autre revêtement approprié tel que carrelage céramique. Le sol peut également être constitué par un parquet traditionnel cloué sur solives en bois reposant sur les murettes de fondation ou par des panneaux de plancher.



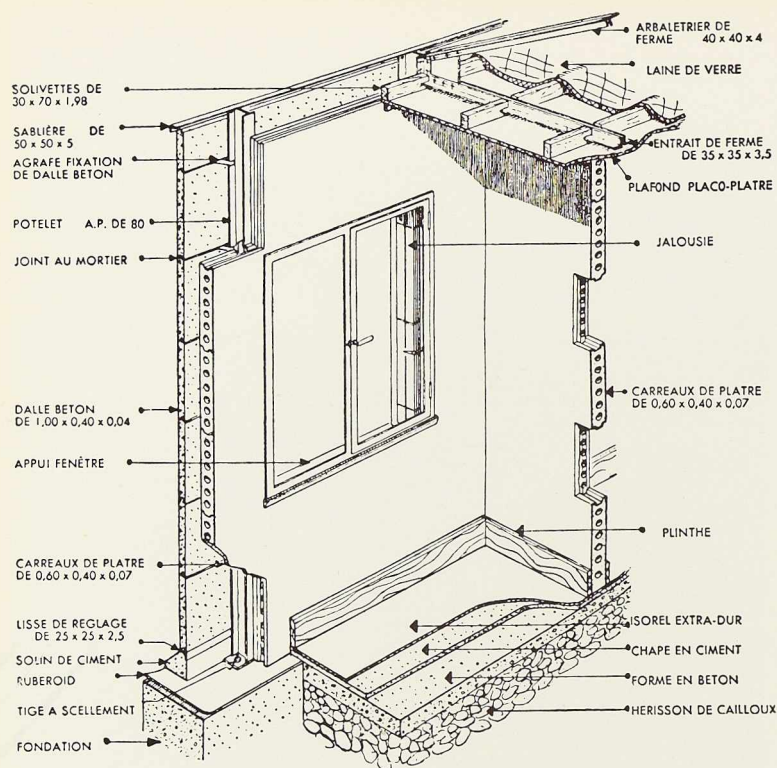


Fig. 5. Maisons permanentes. Rez-de-chaussée. Détails techniques.

Le montage de l'ossature s'effectue sur place à l'aide d'un mât de levage. Les blocs-fenêtres sont boulonnés aux poteaux d'ossature par l'intermédiaire de taquets. Les blocs-portes sont formés par une porte en bois et par une huisserie métallique fixée directement sur des poteaux d'ossature. La première assise de dalles de la paroi extérieure est posée sur la cornière de réglage. Les dalles sont reliées à l'ossature par des agrafes en fer galvanisé à glissement libre.

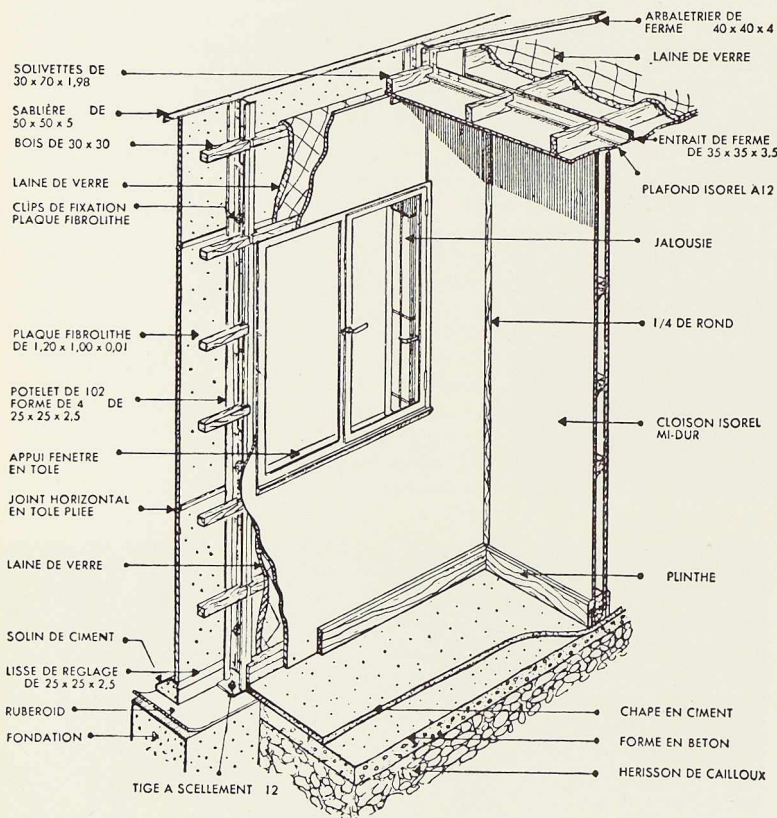
Les joints verticaux sont réalisés à chaque assise par un coulis de mortier de ciment dans les gorges des dalles. Les assises successives sont montées à joints croisés. Les pièces d'angles sont accrochées à l'ossature au moyen d'un fer rond noyé dans le remplissage en mortier du joint horizontal. Les autres dalles sont emboîtées à sec. La paroi extérieure est montée jusqu'à la sablière haute. Une planche de rive forme calfeutrement et contre-joint entre la toiture et le mur.

En ce qui concerne la paroi intérieure, les carreaux de plâtre sont à rainure et languette, posés en quinconce et jointoyés au plâtre sans enduit. Une plinthe forme calfeutrement au niveau du sol. Une moulure forme couvre joint au raccordement de la paroi verticale avec le plafond.

L'isolation est réalisée par matelas de laine de verre reposant sur toute la surface du plafond.

La couverture est faite en principe en tuiles de ciment posées sur liteaux métalliques ou sur chevrons et liteaux en bois. Elle peut être réalisée également avec tous matériaux traditionnels.

*
**



L'emploi d'une ossature en acier et de fenêtres métalliques assemblées par simple boulonnage a permis de réaliser des constructions entièrement démontables et récupérables au moyen de revêtements appropriés et de panneaux-cloisons. Ces constructions sont constituées de la manière suivante :

- Ossature et blocs-fenêtres métalliques;
- Paroi extérieure en *Fibrolithe*;
- Amiante ciment comprimé de 10 mm d'épaisseur;
- Paroi intérieure en *Isorel M 5* et *D 4* doublé d'un matelas de laine de verre;
- Panneaux-cloisons en *Isorel* sur cadres-bois.

Fig. 6. Maisons démontables. Rez-de-chaussée. Détails techniques.



M. Frei,
Ingénieur en Chef
à la S. A. Wartmann & Cie
Brougg (Suisse)

Le pont-route sur l'Aar près de Schinznach-Bad

Dans le cadre des travaux de construction de la centrale hydro-électrique de Wildegg-Brugg, le pont dénommé « Pont de Birrenlauf » aurait dû être surélevé et élargi. Son tablier d'environ 4 m de largeur reposait sur deux maîtresses-poutres en treillis à hauteur variable adaptée aux moments fléchissants. La chaussée, en macadam sur fers Zorès, laissait à désirer en ce qui concerne son entretien.

Par l'examen de la figure 1 on peut se rendre compte des difficultés qu'aurait entraînées l'élargissement avec renouvellement de la chaussée par une dalle en béton armé. Il fallait considérer en outre les modifications à apporter aux piles et culées, le soulèvement de la superstructure et le renouvellement de la peinture. Après étude de ces divers points il s'avéra plus économique de construire un nouveau pont.

La nouvelle construction comporte des poutres à âme pleine à membrures inférieures courbes; ces poutres reposent sur les anciennes piles simplement renforcées. Quant aux culées, elle furent entièrement renouvelées en arrière par rapport aux anciennes. Les portées du nouvel ouvrage sont de 34 m, 48,60 m et 34 m. La chaussée est 3,26 m plus élevée qu'auparavant. Un rehaussement ultérieur de 4 m est prévu lorsque la navigabilité de l'Aar l'exigera. La chaussée a une largeur de 6 m, un trottoir de 2 m côté aval et une bordure de 0,7 m côté amont. Ce pont semble donc satisfaire à toutes les exigences du trafic pour une longue période à venir.

La chaussée est en béton armé de haute qualité recouvert d'une chape d'usure de 4 cm d'asphalte. Elle repose directement sur les membrures supérieures des maîtresses-poutres auxquelles elle est fixée. On a tenu compte de cette liaison rigide

réalisée par des goujons de forme spéciale : une barre crénelée (fig. 7) soudée par cordons longitudinaux sur la membrure supérieure. La dalle en béton armé a une épaisseur de 23 cm au milieu; elle débord latéralement sur les deux poutres.

La section transversale du pont étant dissymétrique, on a disposé les poutres pour les charger autant que possible de la même façon (fig. 5). La section des poutres est composée d'une âme de 10 à 15 mm d'épaisseur et d'une hauteur variable de 1,7 à 3,1 m, de cornières $80 \times 80 \times 12$ et de semelles de 420 à 520 mm de largeur et 17 à 50 mm d'épaisseur. Les raidisseurs sont en cornières $100 \times 150 \times 12$. Une attention spéciale doit être accordée à la membrure inférieure au droit des piles. A cet endroit on exploite au mieux les possibilités de la construction soudée. La pièce d'appui en tôle de 75 mm d'épaisseur est forgée et rabotée afin de lui donner une forme transmettant les sollicitations suivant le trajet le plus court.

Les maîtresses-poutres sont réunies entre elles par des entretoises dont l'écartement diminue au droit des moments négatifs pour éviter le voilement des membrures inférieures. Au droit des

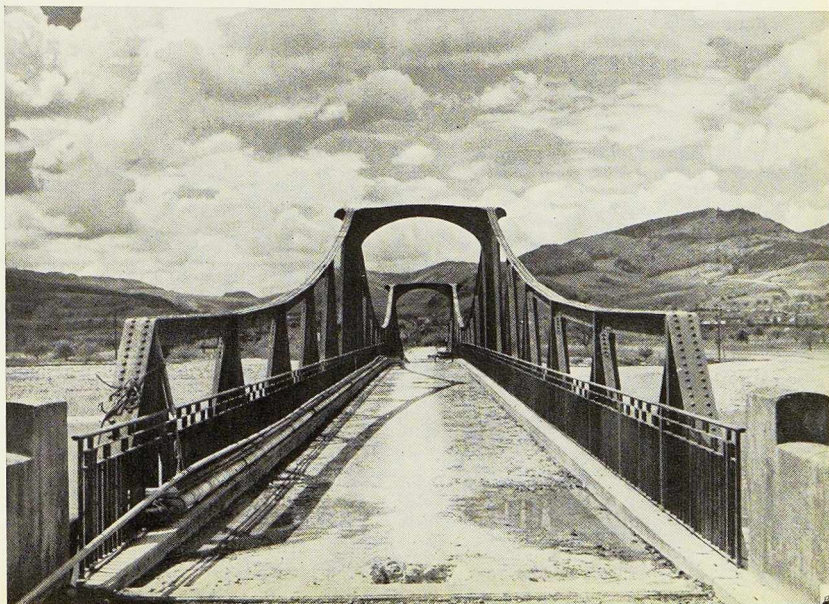


Fig. 1. Vue de l'ancien pont de Schinznach.

appuis les entretoises sont renforcées ce qui permet de rehausser le pont par des vérins hydrauliques. L'espace entre poutres est utilisé pour une passerelle sur laquelle sont disposés divers câbles et tubes. Les figures 2, 5 et 6 donnent ces détails.

Le calcul statique a été effectué selon les normes 1951 de la Société suisse des Ingénieurs et Architectes (S. I. A.) :

- N° 160 : Trains de charges des ponts-routes.
- N° 161 : Calcul de la charpente métallique.
- N° 162 : Calcul du tablier en béton armé.

Le poids mort du pont est repris par les maîtresses-poutres. La dalle en béton armé, travaillant en liaison avec les poutres, reprend les sollicitations de la surcharge utile et de la précompression. Cette dernière est obtenue en abaissant les appuis sur les culées de 20 cm avant le bétonnage de la dalle. Après coulée et prise du béton ces appuis ont été relevés de 15 cm pour produire la précompression cherchée dans le béton.

Le calcul a pris en considération les influences réciproques de l'acier et du béton. Autant que possible on a tenu compte, en accord avec les théories actuellement admises, du glissement et du retrait du béton.

En outre on a calculé les sollicitations qui résultent d'une différence de température de $\pm 10^\circ \text{C}$ entre acier et béton. Pour contrecarrer l'effet du retrait on a prescrit le bétonnage de la dalle par bandes avec remplissage ultérieur.

Les chiffres ci-après, donnant les valeurs en deux sections, montrent un aperçu des sollicitations ⁽¹⁾.

A. Section à la clef

		Tensions en kg/cm ²	
	Surface supérieure de la dalle	Surface inférieure de la poutre	
1. Charges permanentes sur poutres :			
Poids mort		+	461
Précompression		—	301
2. Charges permanentes sur poutres mixtes :			
Poids mort	—	4	+
Précompression	—	31	+
3. Fluage (après quelques années)	+	12	+
4. Surcharge utile	—	39	+
5. Retrait avec fluage (après quelques années)	+	16	—
6. Différences de température de $\pm 10^\circ$ entre le béton de la dalle et la poutre	$\pm$	12	$\mp$

- (1) H : Tensions dues aux sollicitations principales.
 Z : Tensions dues aux sollicitations principales et secondaires.
 - : Tensions de compression.
 + : Tensions de traction.

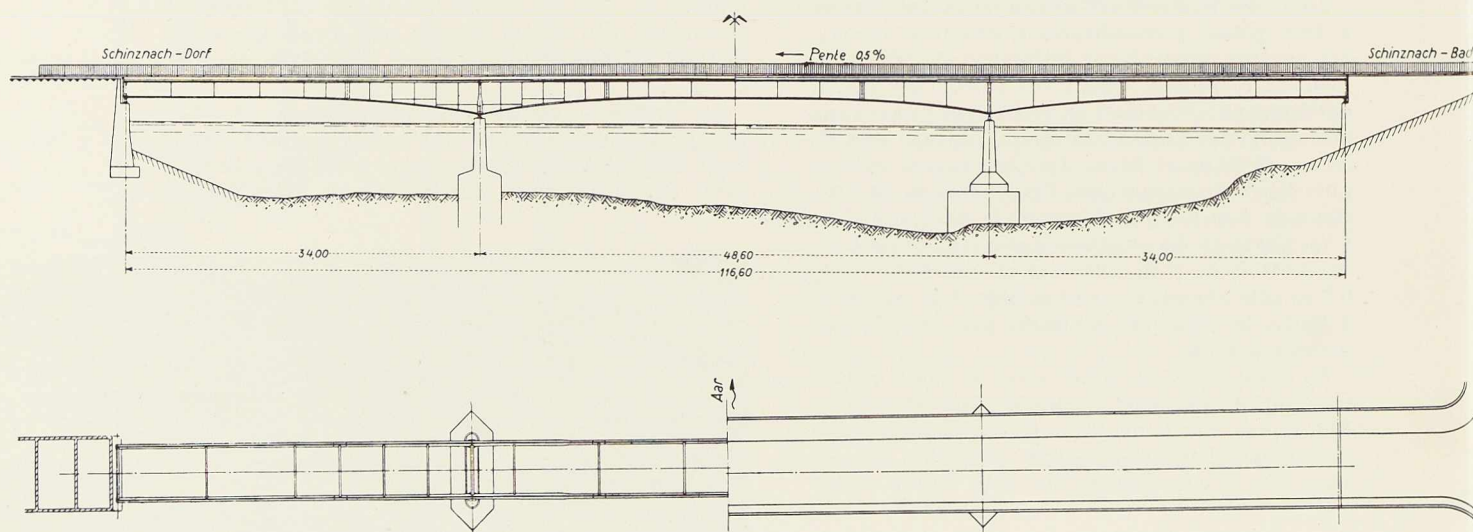


Fig. 2. Elévation et vue en plan du pont sur l'Aar près de Schinznach.



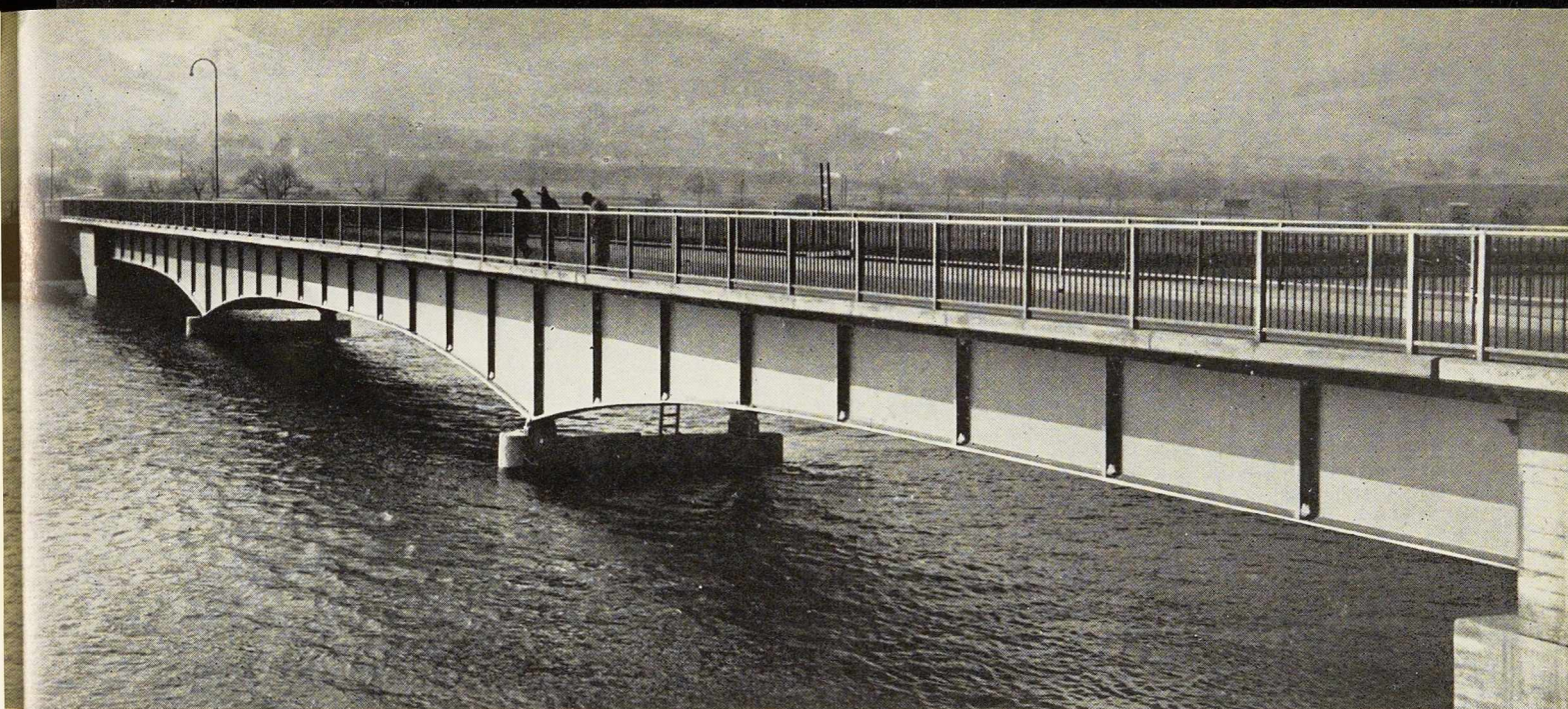


Fig. 3. Vue d'enfilade du nouveau pont de Schinznach.

Tensions résultantes :

Lors de la mise en service :

H : (1 + 2 + 4)	—	74	+ 1 360
Z : (1 + 2 + 4 + 6)	—	86	+ 1 580

Après quelques années :

H : (1 + 2 + 3 + 4 + 5)	—	46	+ 1 090
Z : (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	—	58	+ 1 310

Tensions résultantes :

Lors de la mise en service :

H : (1 + 2 + 4)	+ 1 340	— 1 240
Z : (1 + 2 + 4 + 6)	+ 1 490	— 1 300

Après quelques années :

H : (1 + 2 + 3 + 4 + 5)	+ 1 150	— 1 330
Z : (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	+ 1 300	— 1 390

B. Section à la pile

1. Charges permanentes sur poutres :

Poids mort, précompression	+ 924	— 795
----------------------------	-------	-------

2. Charges permanentes sur poutres mixtes :

Poids mort	acier + armature	
Précompression	béton fissuré	
		— 109 + 118

3. Fluages (après quelques années)

	— 34 + 7
--	----------

4. Surcharge utile :

Acier + armature	+ 523	— 563
Béton fissuré		

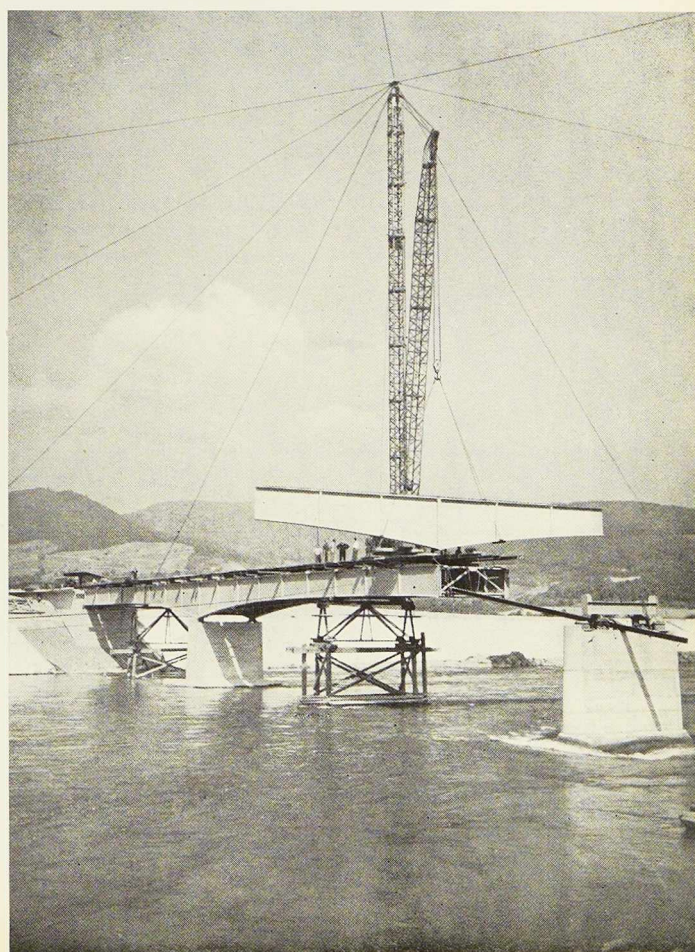
5. Retrait avec fluage (après quelques années)

	— 159 — 92
--	------------

6. Différence de température de $\pm 10^\circ$

	$\mp 148 \mp 63$
--	------------------

Fig. 4. Montage du pont au moyen d'un derrick de 15 t. Photos Beringer & Pampaluchi.



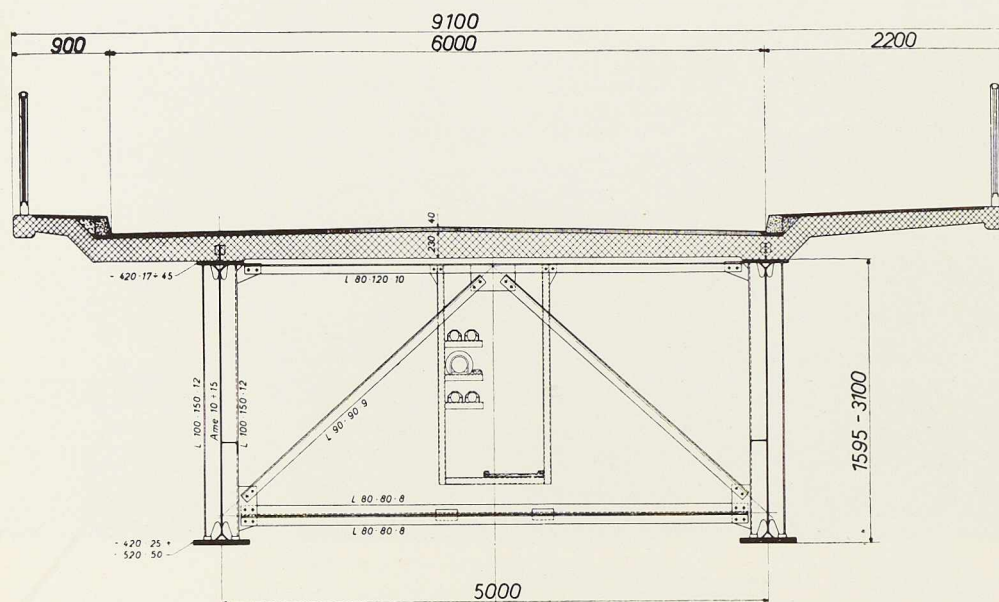


Fig. 5. Coupe transversale du pont.

Les qualités d'aciers utilisés sont les suivantes :

a) Pour les membrures sollicitées principalement à la traction ou soumises à des sollicitations alternées, on fit appel à un acier à haute soudabilité. C'est un acier S. M. calmé à l'aluminium, en provenance d'Ougrée-Marihaye. Les cornières, de même qualité, proviennent de Differdange. En plus des essais conformes à la norme 161, le matériau devait répondre aux essais Schnadt. Trois essais furent effectués par profil et par charge suivant le sens du laminage.

Les chiffres imposés furent les suivants :

Ponatopie $K_{1+0} \geq 8 \text{ kg/cm}^2$

Ponatopie $K_{1+0}^{A_2} \geq 6 \text{ kg/cm}^2$ } forte déformation
et vieillissement
accéléré

Température de soudage : 0° .

Température d'essais : 0° .

Electrodes : 4 mm ϕ .

Courant de soudage : 165 A.

Vitesse de soudage : 18 cm/min (1 cordon).

Pour les éprouvettes, nous nous référons à l'article de M. R. Weck paru dans *Transactions of the Institute of Welding*, vol. 13, n° 2.

L'acier a la composition chimique suivante :

C = 0,13 % S $\leq$ 0,05 % P $\leq$ 0,05 %

Par profil et charge on effectua également un essai Baumann.

b) Pour les membrures comprimées, les âmes, les barres crénelées et les raidisseurs, on utilisa un acier conforme aux normes belges (I. B. N. 153 et 154, voir *L'Ossature Métallique*, n° 1-1947) c'est-à-dire un acier S. M. qualité basique, nuance A 37 S. C., fourni par Ougrée-Marihaye.

c) Les entretoises inférieures correspondent à la norme suisse 161.

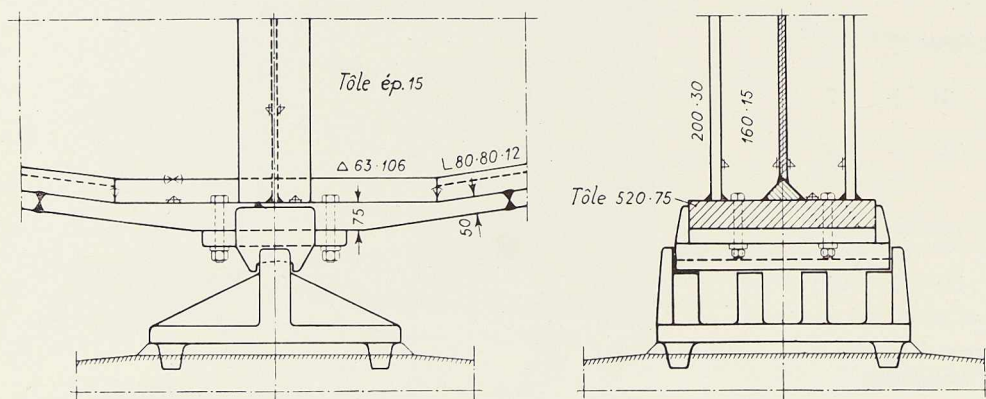


Fig. 6. Détails constructifs des maitresses-poutres.



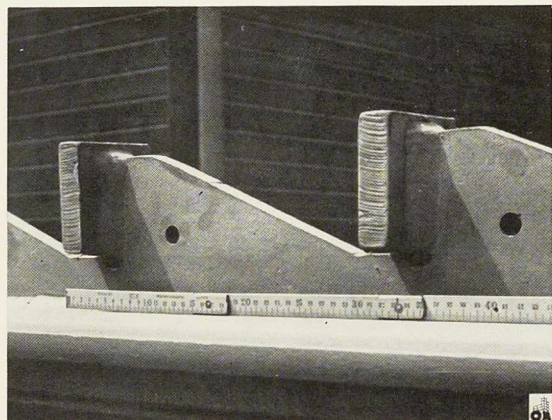


Fig. 7. Réalisation de la liaison de la dalle aux poutres.

d) Les autres éléments secondaires sont en acier de stock St 37.

Les électrodes subirent de sévères essais de réception. On utilisa les types Univers W 005 (de 3,25, 4 et 5 mm ϕ) et Citorex C 271 (de 3,25, 4,5 et 6 mm ϕ) de l'usine Oerlikon. Les essais,

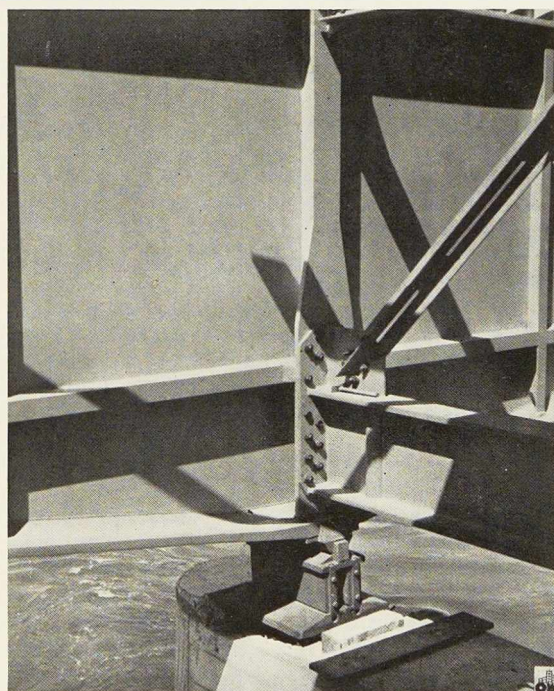
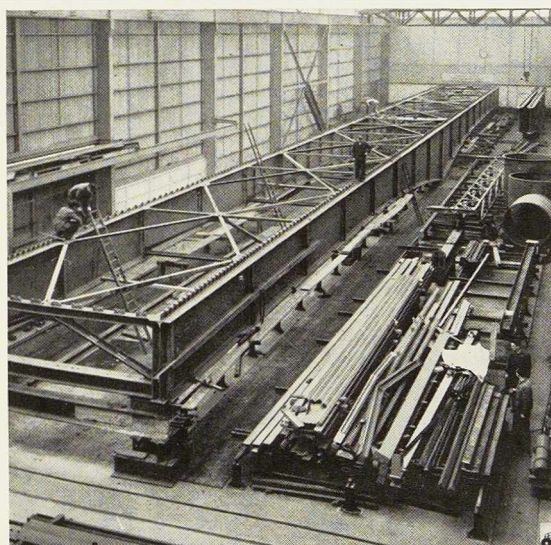


Fig. 8. Appui sur pile en rivière.

suivant les normes EMPA, devaient satisfaire aux valeurs suivantes :

$$\begin{aligned}\beta &= 44 \text{ kg/mm}^2; \\ \sigma_{zf} &= 27 \text{ kg/mm}^2; \\ \lambda &= 20; \\ C &= 9; \\ \gamma &= 8 \text{ kgm/cm}^2; \\ \sigma_u &= 28 \text{ kg/mm}^2.\end{aligned}$$

En outre des essais complémentaires suivant Schnadt, au nombre de trois pour chaque diamètre, devaient montrer la résistance à la fragilité.



Photos Beringer & Pampaluchi.

Fig. 9. Montage à blanc en atelier.

Le tableau suivant résume les conditions :

	Univers W 005	Citorex C 271
	Valeur en kg/cm ²	
Essais COPM		
$K_{0+60}^{(1)}$	8	7
Essais COSR		
$K_{0+0}^{(2)}$	8	7
$K_{0+0}^{(3)}$	5	4

(1) K_{0+60} : Cohérence du cordon de base, essai à 60°.

(2) K_{0+0} : Cohérence du cordon revenu, essai à 0°.

(3) $K_{0+0}^{(3)}$: Cohérence du cordon revenu, essai à 0°, après déformation et vieillissement accéléré.

Les essais d'après la norme suisse SIA-161 donnèrent les résultats suivants :

	Univers W 005	Citorex C 271
Résistance à la rupture . .	55/60 kg/mm ²	48/53 kg/mm ²
Allongement . .	28-30 %	25-30 %
Résilience . .	25-30 kgm/cm ²	12-14 kgm/cm ²
Dureté Brinell .	200 kg/mm ²	160 kg/mm ²
Remarques . .	soudabilité bonne aspect bon — électrode basique	soudabilité facile aspect excel. — électrode acide

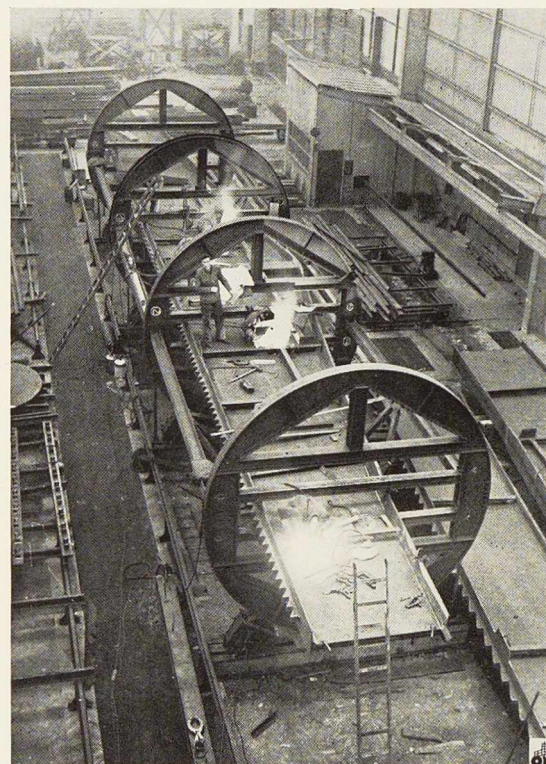
On utilisa l'une et l'autre électrode suivant le degré de soudabilité exigé.

Les travaux en atelier furent exécutés d'après un planning détaillé qui comprenait les travaux de soudure et leur séquence. Ce planning fut rigoureusement surveillé et suivi.

Les joints bout à bout furent exécutés selon deux méthodes :

1. Ceux marqués de rouge sur les plans d'exécution, c'est-à-dire ceux sollicités à la traction, furent surveillés tout spécialement. Les bords furent préchauffés à 50-60°. Les électrodes sont du type à haute soudabilité Univers. Toute surépaisseur fut rabotée à l'épaisseur de la tôle. Un contrôle aux rayons X était prescrit.

2. Ceux sollicités principalement à la compression exigent une préparation moins minutieuse, sans préchauffage. Les premiers cordons furent soudés avec électrodes Univers, les suivants avec Citorex. Le joint ne présente pas de surépaisseur. Le contrôle par rayon X s'est limité à quelques joints pris au hasard.



Photos Beringer & Pampaluchi.

Fig. 10. Montage d'une maîtresse-poutre dans un gabarit tournant.

Les joints des cornières et barres crénelées furent exécutés d'une manière analogue : le premier cordon des joints longitudinaux avec électrodes Univers, les autres cordons avec électrodes Citorex.

Les soudures risquent de produire un voilement par leurs tensions de retrait; ce voilement a pu être limité à 3 mm grâce à une grande précision dans le travail. Les raidisseurs ont leur ligne théorique à une précision de ± 2 mm près. Les poutres-maîtresses suivent la courbe prédéterminée à ± 4 mm près.

On forma par soudure en atelier des pièces de dimensions limitées par le transport. La figure 10 montre la soudure en gabarit tournant d'une maîtresse-poutre. Le montage à blanc fut exécuté en atelier pour un contrôle de l'ensemble et la préparation des joints de montage.

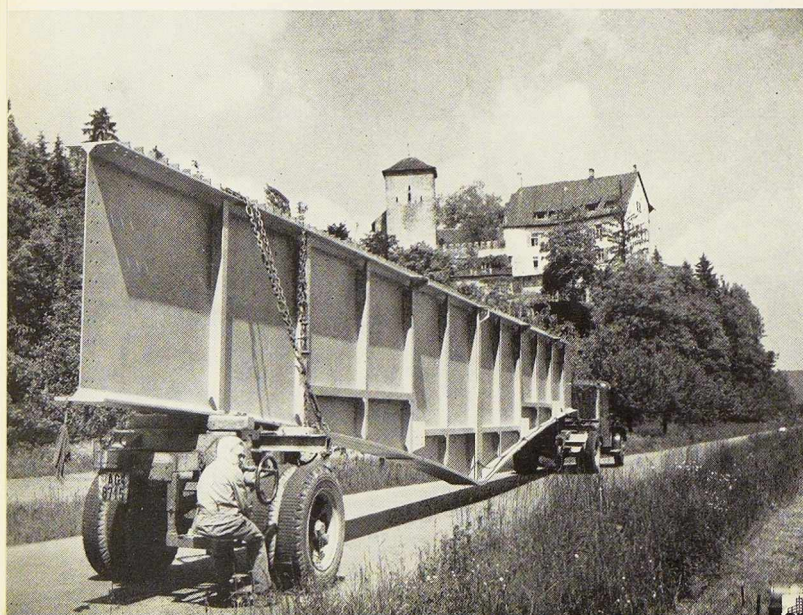


Fig. 11. Transport à pied d'œuvre d'un tronçon de maîtresse-poutre.

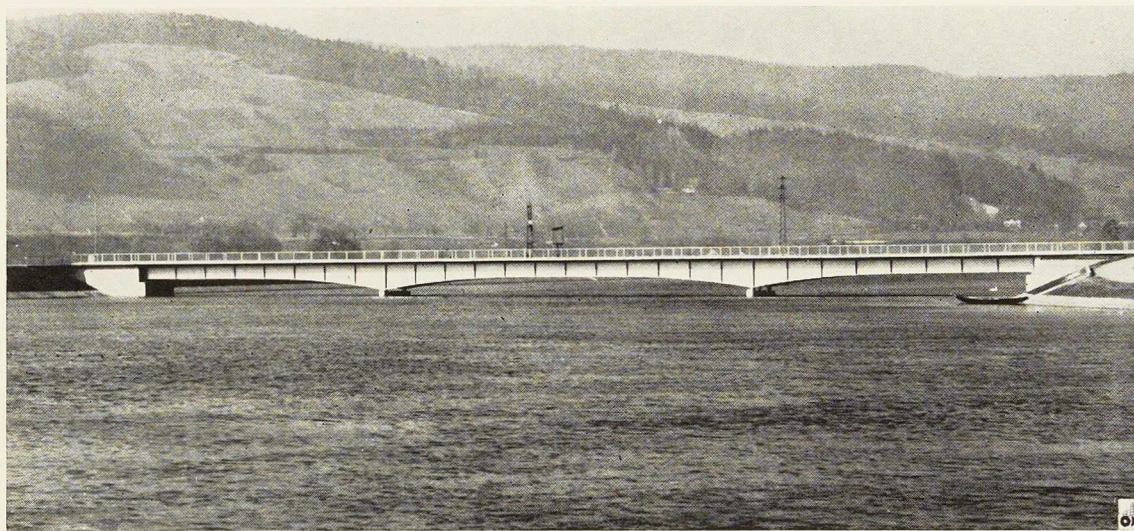


Fig. 12. Le nouveau pont de Schinznach dont les lignes sobres s'harmonisent parfaitement avec le paysage environnant.

Notons qu'on a exploité lors de la construction de ce pont l'expérience acquise pour le pont de Tannwald décrit dans *L'Ossature Métallique* n° 5-1952. Les exigences étaient néanmoins moins sévères, car il s'agissait d'un pont-route.

Le montage s'effectua avec un derrick de 15 t muni d'un mât d'une portée de 25 m. On commença de la rive gauche avec une pile auxiliaire à la clef de la travée gauche et une autre à la clef de la travée centrale. Un entretoisement horizontal empêchait toute déformation pendant le montage. Grâce à la grande portée du derrick, le nombre de tronçons des maîtresses-poutres fut limité à 5. Les joints de montage sont rivés.

L'aménée sur place s'effectua par camions (fig. 11). Les éléments ont une longueur maximum de 24 m et un poids maximum de 15 t.

Donnons pour terminer une comparaison du nouveau pont avec l'ancien afin de mettre en évidence la tendance dans le développement des ponts métalliques. L'ancien pont, construit en 1915, est en poutres en treillis, chaussée macadamisée sur fer Zorès; le nouveau comporte des poutres à âme pleine sous chaussée en dalle en béton armé travaillant en liaison avec ces poutres. La hauteur des poutres à la clef est de 7,8 m pour l'ancien ouvrage et de 3,3 m pour le nouveau. Du point de vue entretien, le progrès est indéniable. Les poutres sont protégées par le tablier,

alors que l'ancienne construction était plus facilement exposée à la corrosion. Les poutres à âme pleine à surfaces lisses (en cas de construction soudée) ne présentent guère de surfaces d'attaque. Un autre avantage peut être attribué à l'aspect dégagé du nouveau pont.

On trouve ci-dessous un tableau de comparaison des poids mis en œuvre dans les deux ponts.

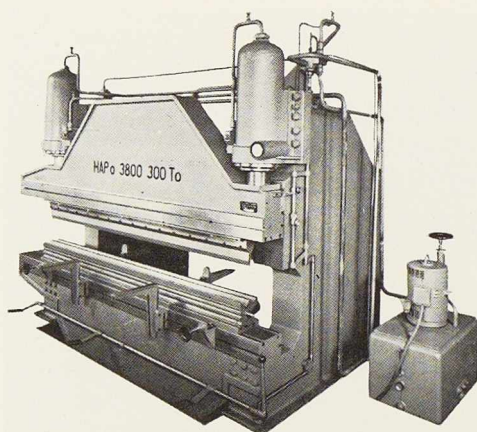
	Ancien pont	Nouveau pont
Charpente (y compris appuis et passerelle)	124 t	136,8 t
Fers Zorès	22 t	—
Armatures de la dalle	—	32 t
Total	146 t	168,8 t
Surface	530 m ²	1 020 m ²
Poids unitaire par m ²	276 kg/m ²	165 kg/m ²

La réduction du poids unitaire est due à la construction mixte d'une part et à la soudure d'autre part.

Le nouveau pont constitue, malgré ses dimensions réduites, un exemple remarquable du développement de la construction métallique actuelle.

Le projet, le calcul et l'exécution de cet ouvrage furent confiés par les Autorités du Canton d'Argovie à la firme Wartmann & Cie, S. A., Brougg.

M. F.



Curt F. Kollbrunner,
Dr. ès sc. techn.,
Directeur
de la S. A. Conrad Zschokke,
Doettingen, Suisse

Le grand essor qu'ont pris les constructions légères et celles en métaux légers a conduit dans une large mesure à l'emploi de fers profilés pressés, ce qui nécessite, lorsqu'on exige un travail rationnel et économique, des déformations et usinages sans copeaux, c'est-à-dire l'emploi de presses-plieres modernes.

Dans le but d'exclure les inconvénients connus des presses-plieres mécaniques, et pour obtenir une plus grande course utile, la S. A. Conrad Zschokke à Doettingen a construit au cours des années 1945-1946 pour ses propres besoins une presse-pliere hydraulique. Ce prototype, qui à l'heure actuelle donne encore entière satisfaction dans les ateliers à Doettingen, a été développé et amélioré en vue de sa mise en vente, en se basant sur une longue expérience d'exploitation pratique.

La nouvelle machine se prête à une multitude de travaux, tels que chanfreinage, bordage, pliage, moulurage, arrondage, dressage, poinçonnage, emboutissage et beaucoup d'autres opérations qui, dans la plupart des cas, peuvent être exécutées comme sur une presse ordinaire.

La presse-pliere hydraulique est conçue en construction entièrement soudée, et se compose en partie d'éléments façonnés sur une presse-pliere. En adoptant une construction en forme de caisson, on a obtenu une presse relativement légère tout en disposant d'un maximum de stabilité et de sécurité. En plus, la construction soudée permet des exécutions spéciales pour tenir compte des désirs des clients.

Presses-plieres hydrauliques entièrement soudées

La table est formée par un caisson portant de champ, soudé et nervuré. La partie supérieure est exécutée en acier à haute teneur pour constructions mécaniques, pourvue d'une large surface de fixation pour les outils avec des rainures en forme de T.

La poutre de pression mobile est, comme la table, une construction soudée, fortement nervurée et dimensionnée de façon à garantir un pressage pratiquement sans flèche. La partie inférieure de la poutre de pression est construite comme la table avec des rainures en forme de T.

Les montants de la machine sont exécutés également en acier, en forme de caisson nervuré. *L'exécution dite fermée* comporte deux montants de chaque côté, assemblés par vis reliés, en haut avec le cylindre de pression, en bas avec la table porte-outils. Leurs faces intérieures usinées servent en même temps de guidage à la poutre de pression. Afin de stabiliser les montants dans le sens longitudinal, leurs parties supérieures sont liées par une paire de fortes diagonales transversales. *L'exécution ouverte* d'un côté comporte deux montants arrières, renforcés en conséquence, ce qui entraîne une augmentation notable du poids. Néanmoins, cette exécution ouverte d'un côté a de grands avantages pour des travaux spéciaux de chanfreinage.

Des cylindres de pression, au nombre de deux ou plus, en acier moulé, sont disposés, un de chaque côté entre les montants du type fermé, au montant unique du type HAP ouvert. Les



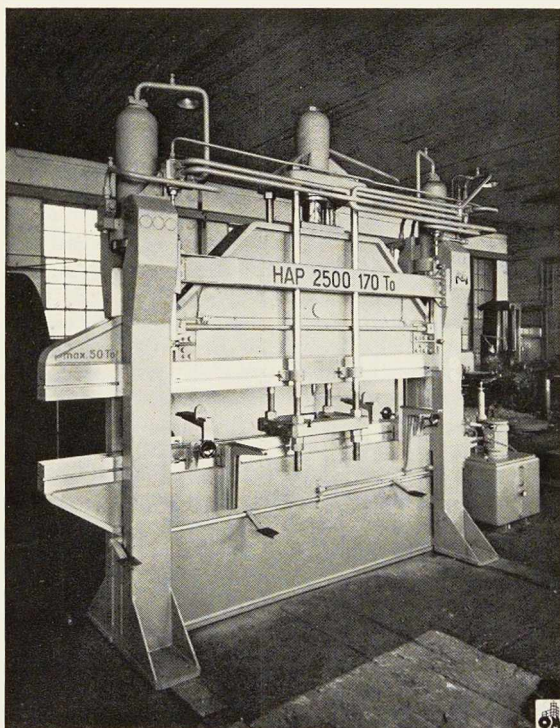


Fig. 2. Presse-plieuse hydraulique. Type fermé avec prolongement extérieur à l'un des montants. Largeur de passage : 2 500 mm. Pression : 170 t.

pistons des cylindres sont vissés directement à la poutre de pression mobile, sans aucune pièce intermédiaire sujette à l'usure.

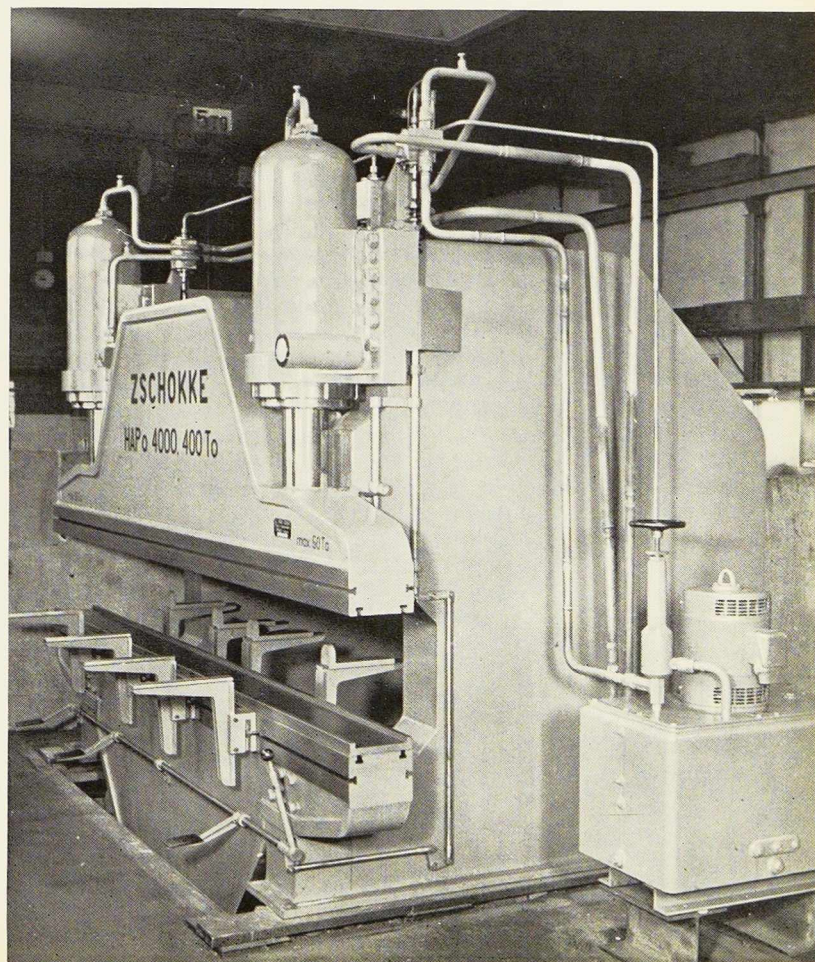
L'élément le plus important d'une presse-plieuse hydraulique à plusieurs cylindres est le système de guidage. Le mouvement de la poutre de pression doit être contrôlé de façon à ce que les deux (ou éventuellement plus) pistons de pression travaillent avec le même avancement, même au cas où la résultante des pressions est nettement excentrée. La HAP est pourvue d'une commande de direction, c'est-à-dire que dans l'amenée d'huile de pression aux cylindres sont aménagées une ou plusieurs soupapes. Ces soupapes sont influencées par un système mécanique

Fig. 3. Presse-plieuse hydraulique. Type ouvert. La poutre de pression mobile reçoit son mouvement de deux cylindres hydrauliques. Longueur de pliage : 4 000 mm. Pression : 400 t.

réglé sans jeu. Tant que tous les pistons sont à la même hauteur, la soupape se trouve en position normale et laisse passer l'huile dans tous les cylindres. Si l'un des pistons montre une tendance à devancer un autre, le système mécanique de commande produit aussitôt un changement de position des soupapes : celles-ci diminuent l'huile au cylindre avancé, jusqu'à ce que la compensation ou le parallélisme soient rétablis. Il va de soi qu'une grande précision de pression est atteinte. Dès que la conduite d'alimentation d'un cylindre n'est que partiellement fermée par une fraction du chemin total d'ouverture de la soupape, la soupape commence à influencer le mouvement du piston en question. Une exploitation impeccable et une longue durée de service sont garanties par la facilité de la mise au point, le fonctionnement sans jeu de la commande par tringles et les pistons en acier trempé.

Les presses-plieuses (exécution ouverte ou fermée) peuvent être livrées sur demande avec des prolongements cornus des poutres de pression et des tables d'outils. Montées sur une presse d'exécution fermée, ces cornes servent à des travaux de moindre importance. Avec ces prolongements la construction ouverte offre la possibilité d'usiner des pièces nettement plus longues sans devoir les enfiler entre les montants.

La presse HAP est d'une construction relative-



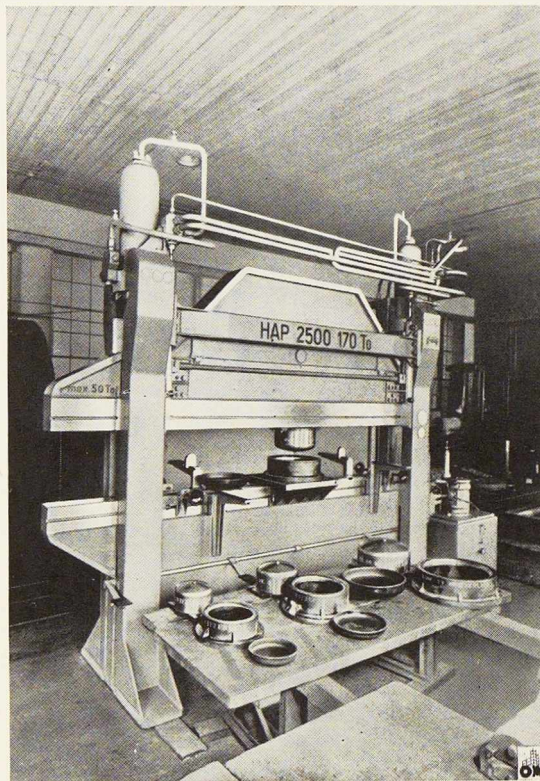


Fig. 4. Presse-plieuse hydraulique pourvue du dispositif pour emboutissage profond. Type fermé avec prolongement unilatéral et cylindre de pression supplémentaire au centre.

ment basse. Dans le but d'obtenir une hauteur de manipulation appropriée, la machine est scellée au-dessous du niveau du sol (hauteur de la table porte-outil, y compris l'outil : 800 mm environ). L'agrégat des pompes disposé à proximité de la presse évite de longues tubulures.

Pour l'emboutissage profond, la presse-plieuse peut être munie sur demande d'un cylindre supplémentaire, placé au centre de la poutre de pression. Le cylindre est pourvu d'une plaque-support empêchant la formation de plis et d'un éjecteur central, permettant l'emboutissage profond. Il est actionné par une pompe particulière, reliée au réservoir d'huile de la pompe de la presse-plieuse hydraulique.

La presse-plieuse hydraulique possède différents avantages :

Malgré sa construction ramassée elle dispose d'une course utile nettement supérieure à celle des presses à excentrique et n'occupe, grâce à son montage semi-noyé, que très peu de place. Cette

grande course permet la fabrication de profils très profonds, c'est-à-dire l'exécution de travaux qui étaient réservés jusqu'ici aux presses à vis ou à emboutissage profond. Les soupapes de surpression réglables empêchent, même en cas de fausses manœuvres, des blocages ou ruptures d'éléments essentiels de la machine. Du fait que les poutres à profiler (en partie très pesantes) et les blocs de façonnage peuvent être démontés ou réglés très facilement par des dispositifs de suspension hydraulique, les préparatifs ne demandent que très peu de temps, et les heures de travail productif augmentent en conséquence. Même en cas de chargement unilatéral, le dispositif de guidage parallèle engendre une pression compensatrice, garantissant un travail exact conforme aux gabarits.

L'exécution en construction soudée permet dans une large mesure l'adaptation aux désirs du client en ce qui concerne la section de passage, la course utile, la pression et les dimensions de la table et du plan des outils. De plus, la grande largeur de la table avec ses rainures en forme de T est très économique. En se servant d'outils appropriés, des travaux spéciaux de dressage et de façonnage peuvent être exécutés avantageusement, bien qu'ils ne fassent point partie du programme d'une presse-plieuse normale.

Les crans d'arrêt réglables garantissent la répétition exacte des dimensions des profils fabriqués en grandes séries. La disposition simple des organes de commande et le réglage de précision permettent également la fabrication de pièces uniques suivant gabarit ou traçage. Le fonctionnement silencieux et sans à-coups a une influence positive sur le rendement. Le guidage souple et sensible de la poutre de pression par commande manuelle ou à pédales permet de choisir la vitesse de pliage adaptée au mieux à la limite de fluage du matériau à façonner. Ce fonctionnement doux a pour conséquence une faible usure, donc une exploitation très bon marché par suite de la longévité de la machine. De plus, il est possible de se servir, pour des séries réduites, d'outils improvisés et peu coûteux.

Le champ d'application presque illimité de la presse-plieuse hydraulique HAP permet la réalisation des travaux les plus divers et la confection économique de profils importants, qui, sans aucune concession à la sécurité, donnent des constructions légères d'un aspect esthétique. La HAP représente pour le constructeur la machine universelle pour les constructions modernes, économiques et selon les règles de l'art. Avec sa facilité d'adaptation, elle augmente le pouvoir de concurrencer efficacement en garantissant des prix et délais de livraison très réduits.



G. Magnel,
Professeur
à l'Université de Gand,
Membre
de l'Académie Royale
de Belgique

Les charpentes en acier précomprimé

Introduction

Les raisons qui justifient la précompression du béton ne sont pas toutes valables pour les charpentes métallique; il suffit en effet de noter que l'acier doux a quasi la même limite élastique à la traction et à la compression, de sorte qu'il n'y a pas lieu de lui donner, comme au béton, une résistance artificielle à la traction.

Les raisons qui justifient la précompression de l'acier sont purement économiques. Une caricature permettra de le faire comprendre : pour résister à un effort donné en traction simple à l'aide d'acier doux pouvant travailler à 14 kg/mm^2 , il faut une certaine section; pour résister au même effort à l'aide d'acier tréfilé pouvant travailler à 98 kg/mm^2 il faut une section sept fois plus petite; cela signifie que l'économie en poids sera de 85,7 %; si l'acier tréfilé coûte le triple par unité de poids par rapport à l'acier doux, l'économie sur les prix sera de 57,1 %.

Attention! Ce qui précède est une caricature. N'oublions pas que la pièce tendue, réalisée en acier tréfilé, se déformera sept fois plus que celle en acier doux et que sa sécurité à la rupture ne sera plus la même.

Mais sans aller ainsi à l'extrême, pourquoi ne remplacerions-nous pas le tirant de section Ω en acier doux par un tirant mixte composé d'une section Ω_r (Ω réduit) mise en compression préalable par un câble en acier tréfilé de section Ω_c .

Nous allons démontrer dans ce qui suit que cela peut se faire sans rien enlever au coefficient de sécurité et en n'augmentant que d'une façon acceptable l'allongement du tirant.

Voici pour la clarté les lettres qui dans la suite désigneront certaines tensions :

R est la tension de sécurité de l'acier doux en traction.

R' est la tension de sécurité de l'acier doux en compression sur des prismes assez courts pour que le flambage ne joue aucun rôle.

R_1 est la tension limite de traction que nous allons admettre dans l'acier doux Ω_r d'un tirant mixte précomprimé.

R_c est la tension de sécurité dans le câble de section Ω_c .

Le lecteur comprendra plus tard la raison pour laquelle nous faisons une distinction entre R et R_1 .

Dans le présent mémoire nous examinerons successivement :

- a) Le cas d'un tirant soumis à traction simple;
- b) Le cas d'une poutre en treillis munie d'un câble de précontrainte;
- c) Une application pratique de poutre en acier précomprimé.

Chapitre I. Calcul d'un tirant

1. Exposé du problème et notations

Supposons qu'on doive réaliser un tirant devant résister à :

Une charge permanente F_p qui naît graduellement au cours de la précontrainte;

Une charge additionnelle F_a qui peut varier de zéro à sa valeur maximum.

Imposons-nous un coefficient de sécurité S vis-à-vis de la limite élastique et limitons l'allongement du tirant dû à F_a à une valeur $\Delta_1 = \beta \Delta$ en appelant Δ l'allongement dû à F_a dans le même tirant réalisé entièrement en acier doux.

Soit R la tension de sécurité admissible pour l'acier doux travaillant en traction. Nous allons comprimer cet acier à l'aide d'un câble jusqu'à la tension R' ; bien entendu, durant cette opération F_p augmente graduellement de zéro à F_p et la tension R' est la résultante de l'action de F_p et de l'effort X du câble de précontrainte. Il est évident que R' devra toujours être plus petit que R .

Lorsqu'au tirant ainsi précontraint et sollicité par F_p on applique F_a , la compression R' de l'acier doux va se transformer en une traction R_1 et l'effort X du câble subira un accroissement ΔX .

Nous rappelons :

Ω la section requise si le tirant était entièrement réalisé en acier doux;

Ω_r la section réduite d'acier doux utilisée dans le tirant précomprimé;

Ω_c la section du câble à haute limite élastique dans lequel la tension maximum admissible est R_c .

Nous appelons α et m les rapports suivants

$$\alpha = \frac{\Omega_c}{\Omega_r} \quad m = \frac{F_a}{F_p}$$

Enfin P et II sont respectivement le poids et le coût de l'unité de longueur du tirant réalisé en acier doux; P_1 et Π_1 les valeurs correspondantes du tirant précomprimé.

2. Formules fondamentales

Des principes élémentaires permettent d'écrire les équations suivantes

$$F_p + F_a = R\Omega \quad (1)$$

$$X = F_p + R'\Omega_r \quad (2)$$

$$F_a - \Delta X = (R' + R_1)\Omega_r \quad (3)$$

$$X + \Delta X = R_c\Omega_c \quad (4)$$

$$\Delta X = F_a \frac{\alpha}{1 + \alpha} \quad (5)$$

La combinaison de (3) et (5) conduit à

$$\Omega_c + \Omega_r = \frac{F_a}{R_1 + R'} \quad (6)$$

ce qui signifie que le poids du tirant est indépendant de l'effort F_p . Cela ne signifie évidemment pas que si $F_a = 0$ il ne faut plus de matière pour résister à F_p : les formules donnent dans ce cas une section Ω_r négative; c'est une simple fiction mathématique.

La limitation de la sécurité à la valeur S donne

$$S = 1 + \frac{m}{1 + m} \frac{R_c - R_1}{R' + R_1} \quad (7)$$

En effet, la formule (6) nous apprend que pour un effort quelconque F_a la tension résultante de l'acier doux est R_1 et la loi qui relie les deux est (voir 6)

$$F_a = (\Omega_c + \Omega_r)(R_1 + R').$$

Il en résulte que le F_a auquel correspond la limite élastique R_c de l'acier doux sera

$$F_{a1} = (\Omega_c + \Omega_r)(R_c + R').$$

Il en résulte

$$F_{a1} = F_a \frac{R_c + R'}{R_1 + R'}.$$

La sécurité S de la poutre étant par définition

$$S = \frac{F_p + F_{a1}}{F_p + F_a}$$

quelques calculs simples donnent la formule (7).

Le rapport des déformations est

$$\beta = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{R_1 + R'}{R} \cdot \frac{1 + m}{m} \quad (8) \text{ et } (9)$$

Il est d'autre part évident que

$$\frac{P_1}{P} = \frac{m}{1 + m} \frac{R}{R_1 + R'} \quad (10)$$

$$\frac{\Pi_1}{\Pi} = \frac{\Omega_r + \gamma\Omega_c}{\Omega} \text{ avec } \gamma = \frac{\pi_c}{\pi_r} \quad (11)$$

π_c et π_r étant les prix unitaires de l'acier du câble et de l'acier doux, main-d'œuvre comprise.

3. Résolution des formules

Remarquons d'abord que lorsqu'on donne β et S il en résulte les valeurs de R' et R_1 par les équations (7) et (9); on trouve

$$R_1 = R_c - \beta(S - 1)R \quad (12)$$

$$R' = \beta R \left(\frac{m}{1 + m} + S - 1 \right) - R_c. \quad (13)$$

Connaissant R_1 et R' il est facile de trouver Ω_r , Ω_c , X et ΔX par les équations (2), (3), (4) et (5).

On trouve

$$\Omega_c = \frac{F_p}{R_c - R_1} \left(m \frac{R'}{R' + R_1} + 1 \right) \quad (14)$$

$$\Omega_r = \frac{F_p}{R_c - R_1} \left(m \frac{R_c - R_1 - R'}{R' + R_1} - 1 \right) \quad (15)$$

$$X = \frac{F_p}{R_c - R_1} (R_c - R_1 - R') \left(1 + m \frac{R'}{R' + R_1} \right) \quad (16)$$

ou

$$X = F_p + R'\Omega_r \quad (16')$$

$$\Delta X = \frac{F_p}{R_c - R_1} (mR' + R_1 + R') \quad (17)$$

ou

$$\Delta X = R_c\Omega_c - X. \quad (17')$$

Il est intéressant pour la suite de déduire de ces formules les suivantes :

$$\frac{\Omega_c}{\Omega} = \frac{SR}{R_c - R[S - \beta(S - 1)]} \left(1 - \frac{1}{\beta} \right) \quad (18)$$

$$\frac{\Omega_r}{\Omega} = \frac{R}{R_c - R[S - \beta(S - 1)]} \left(\frac{R_c}{\beta R} - 1 \right) \quad (19)$$

ou

$$\frac{\Omega_r}{\Omega} = \frac{1}{\beta} - \frac{\Omega_c}{\Omega} \quad (19')$$

$$\frac{X}{F_p + F_a} = \frac{1}{1 + m} + \frac{R'}{R} \frac{\Omega_r}{\Omega} \quad (20)$$

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\frac{R_c}{R} \frac{\Omega_c}{\Omega}}{\frac{X}{F_p + F_a}} - 1. \quad (21)$$

A noter que $\frac{\Omega_c}{\Omega}$ et $\frac{\Omega_r}{\Omega}$ sont indépendants de m; par

contre $\frac{X}{F_p + F_a}$ et $\frac{\Delta X}{X}$ en dépendent.

Signalons enfin que (10) devient grâce à (12) et (13)

$$\frac{P_1}{P} = \frac{1}{\beta} \quad (22)$$

qui est aussi indépendant de m que de S et des tensions R et R_c .

Le rapport $\frac{\Pi_1}{\Pi}$ est aussi dépendant de m.

4. Cas particulier où $S=2$

Réécrivons les formules (12), (13), (18 et (19) dans ce cas

$$R_1 = R_c - \beta R \quad (12a)$$

$$R' = \beta R \frac{1+2m}{1+m} - R_c \quad (13a)$$

$$\frac{\Omega_c}{\Omega} = \frac{2R}{R_c - R(2-\beta)} \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) \quad (18a)$$

$$\frac{\Omega_r}{\Omega} = \frac{R}{R_c - R(2-\beta)} \left(\frac{R_c}{\beta R} - 1\right) \quad (19a)$$

ou

$$\frac{\Omega_r}{\Omega} = \frac{1}{\beta} - \frac{\Omega_c}{\Omega}$$

Les autres formules ne changent pas.

Remarquons que (13a) n'est admissible que si

$$R' \leq R \text{ ou } \beta \leq \frac{R_c + R}{R} \times \frac{1+m}{1+2m}.$$

5. Cas particulier où $S=2$ et $\beta=2$

Encore une fois, seules les formules (12), (13), (18 et (19) changent et deviennent

$$R_1 = R_c - 2R \quad (12b)$$

$$R' = \beta R \frac{2(1+2m)}{1+m} - R_c \quad (13b)$$

$$\frac{\Omega_c}{\Omega} = \frac{R}{R_c} \quad (18b)$$

$$\frac{\Omega_r}{\Omega} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2R}{R_c}\right). \quad (19b)$$

Remarquons que (13b) n'est admissible que si

$$m \leq \frac{R_c - R}{3R - R_c}.$$

6. Représentation graphique pour $S=2$

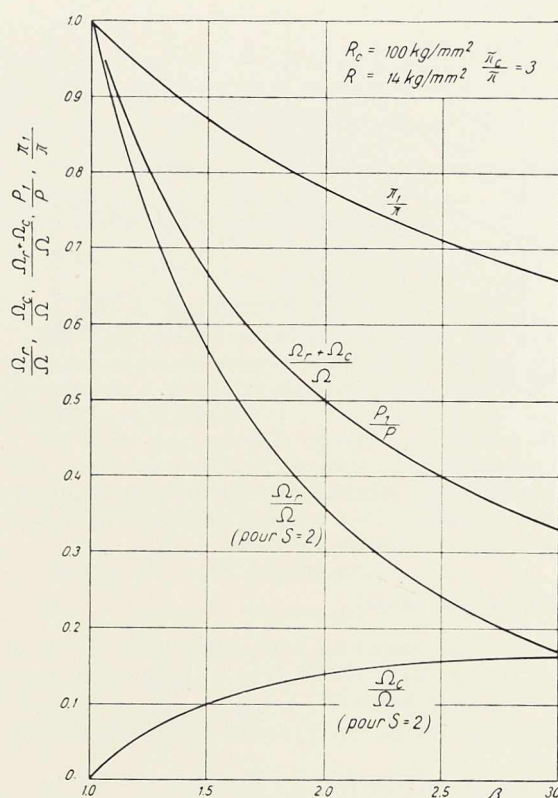
L'abaque I traduit les formules (18a), (19a), (22) et (11) dans le cas courant où

$$R_c = 100 \text{ kg/mm}^2 \quad R = 14 \text{ kg/mm}^2 \quad \frac{\pi_c}{\pi_r} = 3.$$

Les quatre courbes données sur cet abaque sont indépendantes de m .

L'abaque II traduit (20) dans les mêmes hypothèses et l'abaque III la formule (21). Dans ces deux derniers abaques m joue un rôle.

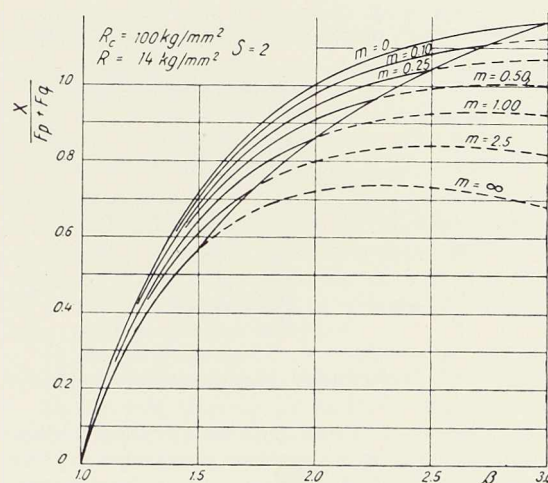
Seules les parties en trait plein sont utilisables à cause de la nécessité de maintenir $R' \leq R$ (pour marquer cette séparation on a admis $R_c = 2R$).



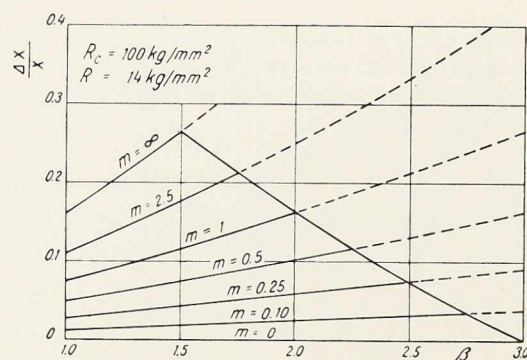
Abaque I.

7. Commentaire

L'équation (22) est d'un intérêt capital. Elle montre que si on adopte $\beta = 2$ c'est-à-dire si on accepte sous l'action F_a un allongement double de ce que donnerait



Abaque II.



Abaque III.

un tirant de même sécurité en acier doux on gagnerait la moitié du poids. C'est cela qui fait ressortir l'avantage de la précompression de l'acier.

8. Exemples de calcul

Dans tous nos exemples nous admettrons $S = 2$ et $\beta = 2$ ainsi que $R_c = 100$ et $R = 14$ kg/mm²; d'autre part soit $R_c = 28$ kg/mm².

Soit un premier cas où $F_p = 100$ t, $F_a = 25$ t, donc $m = 0,25$.

On trouve $R_1 = 0$ et $R' = 5,6$ kg/mm².
Puis

$$\begin{aligned}\Omega &= 8\,926 \text{ mm}^2 \\ \Omega_r &= 3\,215 \text{ mm}^2 & \Omega_c &= 1\,250 \text{ mm}^2 \\ X &= 118 \text{ t} & \Delta X &= 7 \text{ t} \\ \frac{P_1}{P} &= 0,5 & \frac{\Pi_1}{\Pi} &= 0,783 \quad \left(\text{si } \frac{\pi_c}{\pi_r} = 3 \right)\end{aligned}$$

On économise donc la moitié du poids et 22 % du prix.

Soit un deuxième cas où $F_p = 100$ t et $F_a = 100$ t, soit $m = 1$.

On trouve $R_1 = 0$ et $R' = 14$ kg/mm².
($R_c = 28$ kg/mm².)

Puis

$$\begin{aligned}\Omega &= 14\,286 \text{ mm}^2 \\ \Omega_r &= 5\,168 \text{ mm}^2 & \Omega_c &= 2\,010 \text{ mm}^2 \\ X &= 172 \text{ t} & \Delta X &= 28,2 \text{ t} \\ \frac{P_1}{P} &= 0,5 & \frac{\Pi_1}{\Pi} &= 0,783.\end{aligned}$$

L'économie est évidemment la même puisque β n'a pas varié.

Soit enfin le cas où $F_p = 100$ t et $F_a = 200$ t donc $m = 2$. Dans ce cas nous ne pouvons plus imposer $\beta = 2$ mais tout au plus $\beta = 1,8$. On trouve $R_1 = 2,8$ kg/mm² et $R' = 14$ kg/mm².

Puis

$$\begin{aligned}\Omega &= 21\,429 \text{ mm}^2 \\ \Omega_r &= 9\,220 \text{ mm}^2 & \Omega_c &= 2\,760 \text{ mm}^2 \\ X &= 229 \text{ t} & \Delta X &= 47 \text{ t} \\ \frac{P_1}{P} &= 0,555 & \frac{\Pi_1}{\Pi} &= 0,812.\end{aligned}$$

L'économie est un peu plus petite parce qu'on a dû diminuer β de 2 à 1,8.

9. Cas d'application

Le problème fondamental traité ci-dessus est d'application entre autres dans les cas suivants

- Le tirant d'une toiture en arc;
- Le tirant destiné à ancrer un mur de quai.

Dans le cas « a » le problème est en réalité plus complexe pour deux raisons :

D'abord, l'effort F_p du tirant dépend du poids permanent de la construction et par conséquent du poids P du tirant qui en forme une partie. Une réduction de P à P_1 diminue donc F_p et permet une nouvelle réduction de P à une valeur plus petite que P_1 ; d'où nouvelle réduction de F_p et ainsi de suite.

Ensuite, il faut songer aux procédés d'exécution. En fait, on montera l'arc sur un échafaudage et on y mettra une partie du poids mort avant de procéder à la précontrainte, puis on ajoute le reste du poids mort et il est intéressant de faire à ce moment une nouvelle précontrainte; plus tard viendront agir le vent et la neige.

Dans le cas « b » on peut considérer F_p comme nulle et construire un tirant pour F_a variant de zéro à un maximum. Dans ce cas $m = \infty$ et la plus grande valeur admissible pour β sera 1,5, c'est-à-dire que l'économie de poids sera de 33,3 % et l'économie de prix de 13 %.

Chapitre II. Poutre en treillis précomprimée

1. Nature du problème

Nous avons voulu comparer dans ce qui suit les poutres métalliques en treillis portant la plate-forme au-dessus d'un hangar pour avions dans le cas où elles sont exécutées en acier doux d'après les procédés classiques et dans le cas où on utilise l'idée de précompression.

Il s'agit de poutres sur deux appuis distantes d'axe en axe l'une de l'autre de 2,50 m. Leur portée théorique est de 102 m. Ces poutres sont contreventées par des éléments métalliques dont le poids représente 10 kg/m² de toiture.

Le hangar est couvert par des dalles préfabriquées en béton armé pesant 75 kg/m² et rendues étanches par des couches de feutre asphaltique pesant 20 kg/m². Enfin, il est prévu une surcharge de neige de 35 kg/m². En d'autres termes, les poids à prendre en considération sont :

- Poids mort de la poutre plus 10 kg/m² pour contreventements;

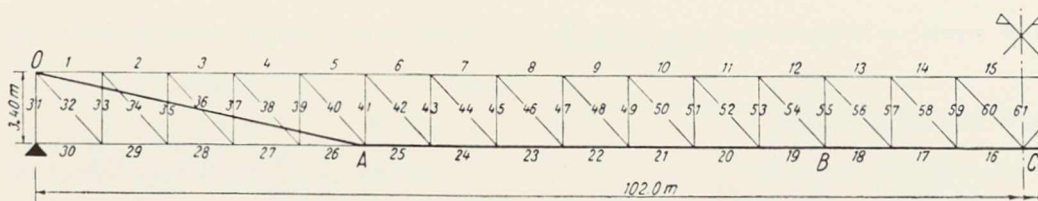


Fig. 1. Projet d'une poutre de 102 m de portée.
La précompression est réalisée à l'aide d'un câble suivant le tracé OABC.

b) Charge totale additionnelle de 130 kg/m^2 (dont 95 kg/m^2 de poids permanent et 35 kg/m^2 de neige).

Nous avons d'abord fait un projet de poutre en acier doux d'après le système classique en adoptant une hauteur théorique de 3,40 m et trente panneaux carrés de 3,4 m chacun (fig. 1).

Nous avons ensuite fait un projet en acier précomprimé avec poutre de même hauteur théorique, mais considérablement plus légère que la première; elle est mise en précompression à l'aide d'un câble en acier, à haute limite élastique avec extrémités relevées.

Dans les deux cas nous avons admis que l'acier doux puisse travailler en sécurité en traction à $1\,400 \text{ kg/cm}^2$.

Pour ne pas compliquer le problème inutilement nous avons admis que pour les barres comprimées on a tenu suffisamment compte du danger de flambage en les calculant en compression simple à $1\,200 \text{ kg/cm}^2$.

Nous avons en outre décidé à priori :

a) Que les membrures inférieures auraient une section constante de O à A, puis une autre section constante de A à B, enfin une troisième de B à C.

b) Même règle pour la membrure supérieure.

c) Les diagonales et montants 32 à 41 ont mêmes sections; idem pour 42 à 55; idem pour 56 à 60.

En outre, pour avoir le poids mort correspondant à un nœud nous avons pris le poids net des barres augmenté de 5 % pour tenir compte du poids extra dû aux soudures.

Signalons en passant que dans notre pensée tous les assemblages sont soudés. Les membrures sont des T raidis aux arêtes pour éviter le voilement et les montants et diagonales sont des tubes fendus aux abouts pour permettre la pénétration des âmes des membrures auxquelles ils sont soudés.

Dans la solution en précomprimé nous avons pareillement ajouté 5 % au poids théorique du câble dans le but de tenir compte des grilles de guidage.

L'acier du câble est supposé pouvoir travailler en sécurité à $11\,000 \text{ kg/cm}^2$ et être tendu initialement à $10\,000 \text{ kg/cm}^2$. Tous les calculs ont été faits en tenant compte de la répartition réelle des poids morts et non pas en supposant ce dernier réparti uniformément.

2. Poutre classique

Elle a des barres présentant les sections suivantes :

	OA	AB	BC
Membrure supérieure . . .	122	218	227 cm^2
Montants et diagonale . . .	34,3	24,0	6,3 cm^2
Membrure inférieure . . .	88	181	193 cm^2

La poutre pèse 33,4 t.

Les tensions développées sont conformes aux règles établies ci-dessus sans être ni en dessous ni au-dessus de plus de 2 % là où une barre de chaque type est sollicitée au maximum.

La flèche que prend la poutre sous l'action du hourdis avec sa couche d'étanchéité et la neige est de 23,5 cm (pour 130 kg/m^2); celle sous la neige seule est donc de 6,3 cm.

3. Poutre en acier précomprimé

Elle a des barres présentant les sections suivantes :

	OA	AB	BC
Membrure supérieure . . .	110	191	200 cm^2
Montants et diagonales . . .	18,0	21,0	6,3 cm^2
Membrure inférieure . . .	32	111	123 cm^2

La poutre pèse 25,6 t (0,9 t pour le câble inclus).

Elle est précomprimée à l'aide d'un câble de $28 \text{ } \phi 7$ suivant le tracé OABC (fig. 1) tendu initialement à $10\,000 \text{ kg/cm}^2$.

Le calcul des tensions dans ce système sous les charges additionnelles, c'est-à-dire s'ajoutant après la mise en précompression qui se fait au moment où on n'a que le poids mort de la poutre et des contreventements, est un problème hyperstatique facile à résoudre.

On trouve que la charge additionnelle de 130 kg/m^2 donne un effort supplémentaire dans le câble de 8,8 t (effort initial 108 t) donnant donc un effort total de 116,8 t soit une tension de $10\,800 \text{ kg/cm}^2$.

Les tensions dans l'acier doux sont à étudier ici dans deux cas :

a) Au moment où s'achève la précontrainte.

b) Après action des charges additionnelles.

Toutes les tensions trouvées sont conformes aux règles exposées précédemment et les maxima n'en diffèrent pas de plus de $\pm 2 \%$. Toutefois, pour les barres influencées par la précompression les tensions sont plus faibles à cause de la condition de réaliser la même sécurité que pour la poutre classique.

La flèche sous l'action des 130 kg/m^2 est de 31 cm, soit sous la neige seule 8,3 cm.

La sécurité vis-à-vis de la limite élastique de l'acier doux est la même que pour la poutre classique. En disant cela nous entendons par sécurité le rapport entre la charge totale (y compris le poids propre) qui produit une tension égale à la limite élastique et la

charge totale de service (y compris encore une fois le poids propre).

4. Comparaison des deux poutres

Le rapport des poids des poutres est

$$\frac{P_1}{P} = \frac{25,6}{33,4} = 0,74.$$

Le rapport des flèches sous 130 kg/m² est

$$\frac{Y_1}{Y} = \frac{31,0}{23,5} = 1,32.$$

Le rapport des flèches sous la neige est le même. La sécurité est la même dans les deux cas.

Le rapport des prix est de

$$\frac{\Pi_1}{\Pi} = \frac{24,7 + 3 \cdot 0,9}{33,4} = 0,82.$$

En résumé, l'emploi de la précompression entraîne une économie de 26 % en poids de poutre et de 18 % en prix. Rien ne pourrait mieux illustrer l'intérêt de la précompression.

Il est intéressant de noter que dans la poutre précomprimée les tensions dans la membrure inférieure sont très faibles.

Ainsi, sous poids mort + contreventements + précontrainte il n'y a que 67 kg/cm² de traction dans la membrure inférieure et en y ajoutant les 130 kg/m² de charge additionnelle, la tension s'élève à 1 110 kg/cm².

5. Détail de l'opération de mise en précontrainte

Supposons qu'on doive précontraindre une poutre à l'aide d'un câble comportant n paires de fils et que l'effort total à produire soit égal à X_i .

On pourrait croire qu'en tendant chaque paire de fils à un effort $X_i : n$, on arrivera au résultat désiré. Il n'en est rien et voici pourquoi : supposons qu'on tende la première paire à un effort X_1 ; si on répète la première opération pour la deuxième paire de fils, on comprime la poutre davantage et la première paire perd une partie de sa tension totale égale à tX_1 , t étant un coefficient numérique que nous calculerons plus loin.

Si on tend ensuite la troisième paire à un effort X_1 , la première paire perd une deuxième fois tX_1 et la seconde perd une première fois tX_1 ; et ainsi de suite. Quand les n paires sont tendues, l'effort dans les différentes paires est :

$$\begin{aligned} \text{Pour la 1}^{\text{re}} : X_1 - (n-1)tX_1. \\ \text{Pour la 2}^{\text{e}} : X_1 - (n-2)tX_1. \\ \text{Pour la 3}^{\text{e}} : X_1 - (n-3)tX_1. \\ \text{Pour la } (n-1)^{\text{e}} : X_1 - [n - (n-1)]tX_1. \\ \text{Pour la } n^{\text{e}} : X_1 - (n-n)tX_1. \end{aligned}$$

L'effort total est alors la somme de ces valeurs, soit

$$X_i = nX_1 \left(1 - t \frac{n-1}{2}\right).$$

Cette formule donne si par exemple $t = 0,02$

$$\begin{aligned} \text{pour } n = 4 \quad X_i &= 4 X_1 \times 0,97 \\ n = 8 \quad X_i &= 8 X_1 \times 0,93 \\ n = 16 \quad X_i &= 16 X_1 \times 0,85. \end{aligned}$$

Notons cependant que la formule précédente n'est pas rigoureuse; nous l'avons en effet rétablie en supposant t constant pour toutes les étapes de mise en tension par paires de fils. Or, comme nous allons le voir, t est fonction du nombre de fils tendus; toutefois, cette hypothèse est bonne comme première approximation.

Si donc on tendait les paires de fils toutes à $X_i : n$, on aurait les deux inconvénients suivants :

- L'effort total serait inférieur à X_i ;
- Il y aurait des différences d'effort d'une paire à l'autre.

Pour l'éviter dans la mesure du possible, on pourra comme première approximation opérer comme suit :

Supposons que le rapport $X_i : nX_1$ diffère de l'unité de p pour cent; surtendons les différentes paires de fils, par rapport à l'effort de base $X_i : n$

$$\text{de } \frac{n-1}{n-1} \quad 2p \% \text{ pour la première paire;}$$

$$\text{de } \frac{n-2}{n-1} \quad 2p \% \text{ pour la deuxième paire;}$$

$$\text{de } \frac{n-3}{n-1} \quad 2p \% \text{ pour la troisième paire;}$$

.

$$\text{de } \frac{n-n}{n-1} \quad 2p \% \text{ pour la } n^{\text{e}} \text{ paire.}$$

Mais il est temps d'abandonner les théories approchées et intuitives, et de faire la théorie exacte du phénomène. Calculons d'abord t .

6. Calcul de t_n

Rappelons la définition de t_n : si une poutre partiellement précontrainte (pas du tout ou complètement ou à un stade intermédiaire) on applique deux efforts Q , un à chaque extrémité du câble et dans la direction du câble, il se produit une variation d'effort dans le câble, nous la désignons par ΔX ou $t_n Q$. Soit Ω_c la section d'une paire de fils et n le nombre de paires déjà tendues.

Il est évident que

$$\frac{d\tau}{d(\Delta X)} = 0$$

avec

$$\tau = \frac{1}{2E} \sum \frac{N_c^2 l}{\Omega} + \frac{\Delta X^2 t_c}{2En\Omega_c}$$

(l'indice « c » veut dire « câble »).

Or,

$$N_Q = \alpha_Q Q + \alpha_x \Delta X.$$

Si α_Q est l'effort dans les barres pour $Q=1$ et α_x l'effort dans les barres pour $X=1$, on en déduit

$$\Delta X = - \frac{\sum \frac{\alpha_Q \alpha_x l}{\Omega}}{\sum \frac{\alpha_x^2 l}{\Omega} + \frac{l_c}{n\Omega_{c_1}}} Q$$

et par conséquent

$$t_n = - \frac{\sum \frac{\alpha_Q \alpha_x l}{\Omega}}{\sum \frac{\alpha_x^2 l}{\Omega} + \frac{l_c}{n\Omega_{c_1}}}.$$

Les α_Q et α_x se trouvent à l'aide de deux épures de Cremona.

Comme nous l'avons signalé plus haut on voit que t_n est fonction de n ; on peut mettre t_n sous la forme

$$t_n = \frac{a}{1 + \frac{b}{n}}$$

avec

$$a = \frac{\sum \frac{\alpha_Q \alpha_x l}{\Omega}}{\sum \frac{\alpha_x^2 l}{\Omega}} \quad \text{et} \quad b = \frac{\frac{l_c}{\Omega_{c_1}}}{\sum \frac{\alpha_x^2 l}{\Omega}}.$$

Décidons à présent de tendre les paires de fils en faisant varier les efforts en progression arithmétique de raison KX_2 , c'est-à-dire avec plus de précision.

La n^{e} paire sera tendue à $(1 + 0 \times K)X_2$.

La $(n-1)^{\text{e}}$ paire sera tendue à $(1 + 1 \times K)X_2$.

La $(n-2)^{\text{e}}$ paire sera tendue à $(1 + 2 \times K)X_2$.

La 1^{re} paire sera tendue à $[1 + (n-1)K]X_2$.

Comme nous pouvons choisir des valeurs pour chacune des quantités K et X_2 nous pouvons nous imposer deux conditions; voici celles que nous choisissons :

a) Nous désirons que la somme finale de tous les efforts soit X_i .

b) Nous désirons que les efforts finaux de la première et de la n^{e} paire soient les mêmes.

Voici les expressions des efforts finaux dans les différentes paires :

Première paire

$$X_2[1 + (n-1)K] - \frac{aX_2}{1+b} [1 + (n-2)K] - \frac{aX_2}{2+b} [1 + (n-3)K] - \dots - \frac{aX_2}{(n-1)+b} [1 + (n-n)K]$$

Deuxième paire

$$X_2[1 + (n-2)K] - \frac{aX_2}{2+b} [1 + (n-3)K] - \frac{aX_2}{3+b} [1 + (n-4)K] - \dots$$

$(n-1)^{\text{e}}$ paire

$$X_2[1 + (n-n+1)K] - \frac{aX_2}{(n-1)+b} [1 + (n-n)K]$$

n^{e} paire

$$X_2[1 + (n-n)K].$$

Il en résulte d'abord que si on désire que l'effort final dans la première paire soit égal à X_2 (celui de la n^{e}) il faut prendre

$$K = \frac{\frac{1}{1+b} + \frac{1}{2+b} + \dots + \frac{1}{(n-1)+b}}{\frac{n-1}{a} - \frac{n-2}{1+b} - \frac{n-3}{2+b} - \dots - \frac{n-n}{(n-1)+b}}.$$

Il en résulte ensuite que l'on peut trouver X_2 en écrivant que la somme des efforts dans les différentes paires doit valoir X_i .

Donnons un exemple d'application pour le cas où

$$n = 8 \quad a = 0,295 \quad b = 73,61$$

(cela correspond au cas concret d'une poutre que nous avons en ce moment à l'essai dans notre laboratoire).

On trouve

$$K = 0,00384 \quad X_2 = \frac{X_i}{8} \times 0,999$$

et les efforts que les vérins doivent appliquer aux différentes paires de fils sont

1^{re} paire 1,027 X_2 ; effort final 1,000 X_2 .

2^e paire 1,023 X_2 ; effort final 1,0002 X_2 .

3^e paire 1,019 X_2 ; effort final 1,0003 X_2 .

4^e paire 1,015 X_2 ; effort final 1,0004 X_2 .

5^e paire 1,011 X_2 ; effort final 1,0004 X_2 .

6^e paire 1,008 X_2 ; effort final 1,0003 X_2 .

7^e paire 1,004 X_2 ; effort final 1,0002 X_2 .

8^e paire 1,000 X_2 ; effort final 1,0000 X_2 .

En adoptant cette solution on est certain que l'effort total vaut X_i et que les paires extrêmes ont le même effort résultant; on voit d'autre part que les paires intermédiaires ont des efforts très peu différents des efforts des paires extrêmes.

Notons encore que X_2 diffère tellement peu de $X_i/8$ qu'on peut sans scrupules le prendre égal à cette valeur.

Voyons ce que devient dans ce cas considéré l'application de notre premier procédé approximatif en y donnant à t la valeur $\frac{a}{1+b} = 0,0040$.

On trouve

$$\frac{X_i}{8} = 0,987 \text{ donc } p = 1,4 \%$$

L'effort à donner à la n^e paire sera donc

$$\left(1 + \frac{2p}{100}\right) X_1 = 1,028$$

contre le 1,027 de la méthode exacte.

On peut en conclure que tout au moins pour un nombre assez réduit de paires de fils ($n=8$ ici) la méthode approchée est acceptable. N'oublions pas que la mise en précontrainte ne se fait pas non plus sans erreur, il ne faut donc pas trop de raffinement dans le calcul.

Quand on aura décidé de la valeur de X_2 (ou X_1) à adopter, on n'oubliera pas qu'il faudra y ajouter quelque chose : en effet, au moment où après avoir calé une clavette on lâche la pression dans le vérin, cette clavette s'enfonce de 1 à 3 mm dans le sandwich; cela crée une diminution correspondante de tension dans la paire de fils tendus.

On ajoutera donc 2 mm à l'allongement de chaque paire de fils, c'est-à-dire qu'on augmentera X_2 (ou X_1) d'une valeur correspondante. Cette remarque n'a d'importance pratique que pour des câbles courts, par exemple de moins de 40 m, car les 2 mm sont insignifiants vis-à-vis de l'allongement à donner à des câbles plus longs.

7. Coefficient de sécurité

On devra veiller ici comme dans le cas du simple tirant à ce que la poutre ait une sécurité S imposée vis-à-vis de la production de la limite élastique dans la barre la plus dangereuse. C'est une question de choix des quantités R' et R_1 .

Voici comment cela peut se vérifier. En général, on aura décidé — après quelques tâtonnements et quelques calculs approchés — quel sera l'effort à donner initialement au câble. La valeur de R' c'est-à-dire tension dans une barre quelconque sous l'action de X_i et des charges existant au moment de la précontrainte en résultera. Il reste donc uniquement à vérifier si le R_1 c'est-à-dire la tension dans cette barre sous l'action des charges donnant R' plus les charges additionnelles conduit bien à la sécurité S .

La formule (7) reste applicable si on donne à m la signification

$$m = \frac{N_q}{N_p}$$

N_p étant l'effort dans la barre considérée sous l'action des charges existant au moment de la mise en précontrainte et N_q l'effort dans la même barre dû aux charges additionnelles.

On a donc (formule 7)

$$S = 1 + \frac{m}{1+m} \frac{R_e - R_1}{R' + R_1}$$

on en déduit

$$R_1 = \frac{mR_e - (1+m)(S-1)R'}{S(1+m) - 1}$$

pour $m=1$, $S=2$, $R_e=28$ et $R'=7$ cela donne $R_1=4,7$ kg/mm².

On voit donc, tout comme pour un simple tirant, qu'il n'est pas permis d'adopter, ce qui à priori paraîtrait acceptable : les valeurs $R_1=R'=14$; il en résulterait une valeur de S trop faible.

Chapitre III. Première application pratique — Poutre continue à deux travées de 75 m chacune

1. Description générale

Il s'agissait de construire un hangar pour avions à Melsbroeck (Bruxelles). La figure 2 fournit les données d'ensemble; on y voit que les dimensions en plan sont 66×153 m.

Les supports sont seize colonnes dans le mur opposé aux portes; trois colonnes A, B et C vers l'avant à 17,00 m des portes; enfin, deux fois quatre colonnes dans les murs pignons.

L'ensemble est couvert par une toiture plate se composant comme élément principal de la maîtresse-poutre ABC — qui est celle qui nous intéresse parce qu'elle a été réalisée en acier précomprimé — sur laquelle prennent appui des poutres secondaires ayant chacune une travée de 49 m et un porte-à-faux de 17 m. Sur ces poutres secondaires prennent appui des éléments tertiaires et finalement la couverture et ses couches isolantes.

La poutre-maîtresse a été réalisée sous forme d'une poutre continue à deux travées de 76,50 m chacune; elle est conçue en treillis et précomprimée à l'aide de deux séries de câbles; chaque série comprend deux câbles de $64 \phi 7$ allant d'un appui extrême d'une travée jusque vers un point situé au tiers de l'autre travée.

En d'autres termes (voir fig. 2) il y a au milieu de chaque travée $2 \times 64 \phi 7$ et au droit de l'appui central $4 \times 64 \phi 7$.

Divers détails de la poutre sont donnés sur la figure 2 de sorte qu'il est inutile d'y insister ici.

La charpente est rivée et construite en A 37; les fils sont du type de ceux utilisés en béton précontraint et ont une résistance à la rupture oscillant autour de 155 kg/mm² avec sous cette tension un E d'environ 1 900 t/cm².

Comme il s'agit d'une charpente rivée, nous avons fait le calcul en admettant pour l'acier doux également un E de 1 900 t/cm², afin de tenir compte dans une certaine mesure du glissement dans les rivures.

Toute la matière utilisée a donc la même valeur de E et cette valeur disparaît des calculs des réactions d'hyperstaticité intérieure ou extérieure; elle n'intervient que dans le calcul des déformations.

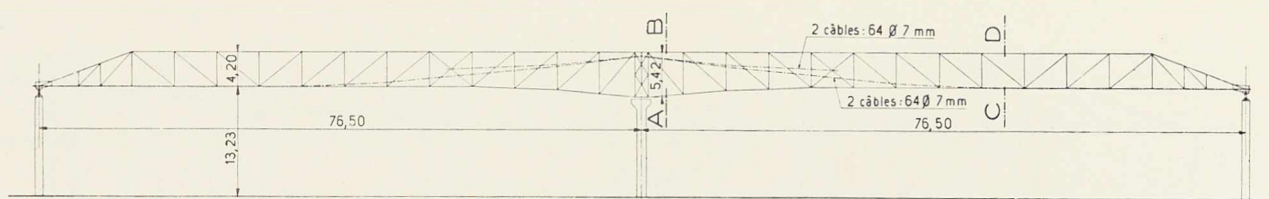


Fig. 2. Hangar pour avions lourds à Melsbroeck. Poutre continue à deux travées de 75 m. Elévation, vue en plan et coupes.

2. Charges à considérer

Voici les charges dont il y avait lieu de tenir compte dans les calculs de la poutre.

a) La charge existant au moment de la mise en précontrainte était de 385 t soit environ 2,52 t par m ct.

Cette charge comprend le poids mort de la poutre (soit 122 t) et le poids de l'ensemble du squelette métallique (263 t). La couverture et les couches isolantes qui n'ont été placées qu'après mise en précontrainte ne sont pas comprises dans la charge de 385 t.

b) La charge permanente appliquée après la mise en précontrainte et constituée par la couverture, les couches isolantes et le guidage des portes, soit 352 t; la charge permanente totale est donc de $385 + 352 = 737$ t.

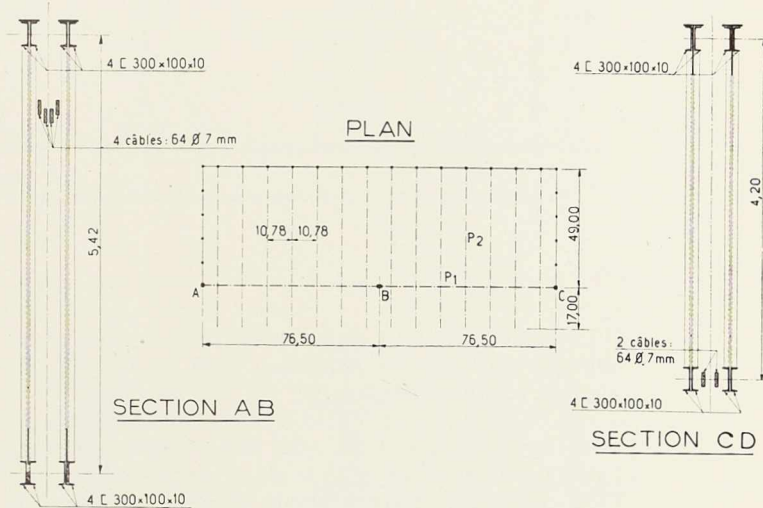
c) La neige donne une charge sur la poutre de 240 t; la poutre entièrement chargée porte donc $737 + 240 = 977$ t.

d) Le vent agissant de haut en bas sur la plate-forme donne un effort inférieur à celui de la neige. Par contre, le vent peut agir de bas en haut et donner un effort total de 560 t, ce qui, superposé au poids mort total, laisse un résidu vers le bas de 177 t.

3. Calcul préliminaire

On conçoit que tout comme pour une charpente hyperstatique non précomprimée, il a fallu quelques tâtonnements avant d'arriver à un projet auquel on pouvait appliquer un calcul correct.

Ces tâtonnements ont conduit à s'imposer un effort de précompression égal à 380 t dans chacune des deux séries de câbles (2 câbles de 64 $\varnothing$ 7 par série) et cela au moment où après la mise en précontrainte, on a appliqué à la poutre la charge permanente totale de 737 t (donc sans vent ni neige); ce chiffre ne tient compte d'aucune relaxation dans les fils. Dans le calcul



définitif on a tenu compte de 9 % de relaxation, ce qui est exagéré et par conséquent prudent.

4. Méthode de calcul

La figure 3 donne le numérotage admis pour les panneaux et les barres.

Ayant assigné des dimensions à tous les éléments ainsi qu'aux câbles (nombre de fils de 7 mm) on commence par calculer les efforts produits dans chaque barre de la poutre supposée non comprimée et cela sous l'action des différents états de charge à considérer, soit :

- Charge au moment de la mise en précontrainte (385 t);
- Charge permanente totale (737 t);
- Charge b plus neige couvrant tout (977 t);
- Charge b plus vent de bas en haut (177 t).

C'est chaque fois le calcul classique d'un système hyperstatique; nous ne devons donc pas insister.

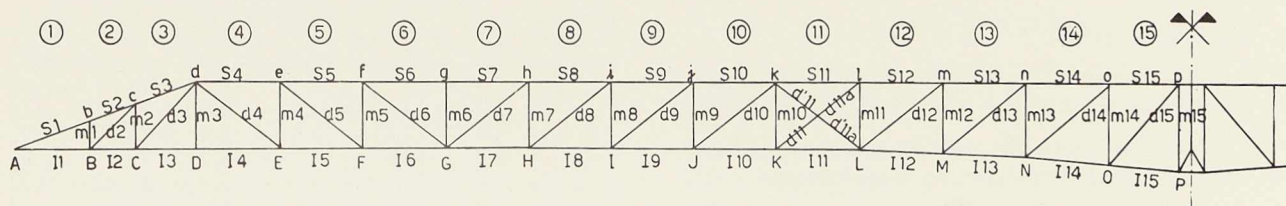


Fig. 3. Poutre du hangar de Melsbroeck. Schéma du numérotage admis pour les panneaux et les barres.

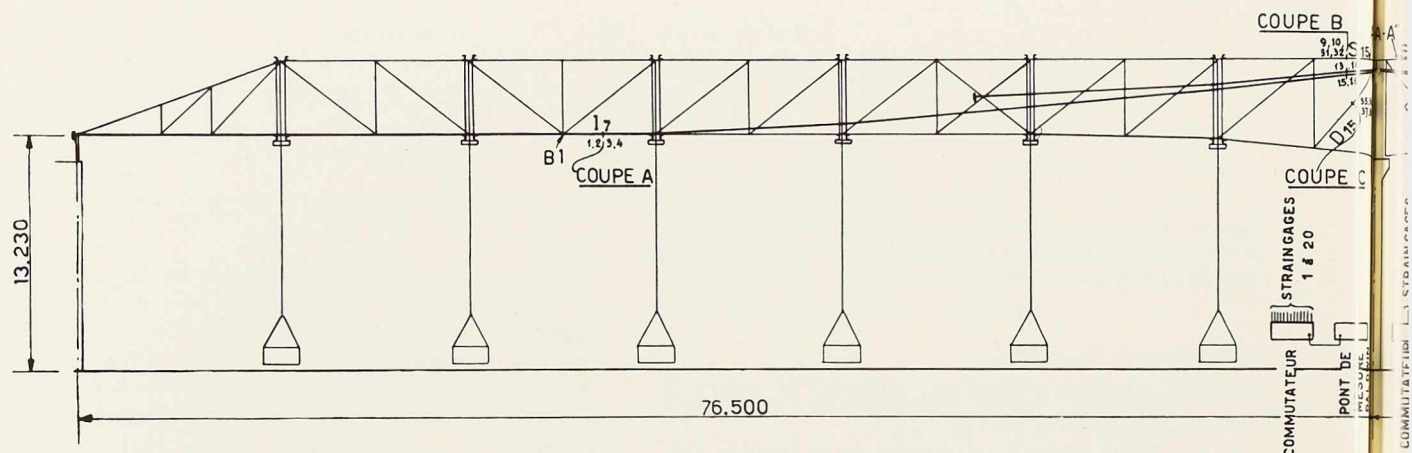


Fig. 4. Dispositif d'essai de charge de la poutre

L'étape suivante est de calculer l'effet de l'effort X appliqué au câble en supposant qu'à ce moment il n'existe aucune autre charge. On fera ce calcul pour $X = 1$. C'est encore le calcul d'une poutre continue à deux travées égales, mais cette fois sollicitée par des forces isolées agissant là où le câble touche à la poutre. C'est un calcul d'hyperstaticité classique sur lequel nous n'avons pas à insister.

Vient ensuite l'étude de la variation ΔX de X par suite de l'action des forces venant agir après la mise en précontrainte. Cette variation peut se calculer en supposant $X = 0$. Il suffit alors d'exprimer que

$$\frac{d\tau}{d(\Delta X)} = 0$$

avec

$$\tau = \frac{1}{2E} \sum_P \frac{(N + \alpha \Delta X)^2 l}{\Omega} + \frac{1}{2E} \sum_C \frac{\Delta X^2 l}{\Omega}$$

N est l'effort dans une barre sous l'action des charges extérieures considérées et α cet effort sous l'action de $\Delta X = 1$. Ces quantités se déterminent par deux épures de Cremona. On arrive ainsi à

$$X = - \frac{\sum_P \frac{N \alpha l}{\Omega}}{\sum_P \frac{\alpha^2 l}{\Omega} + \sum_C \frac{l}{\Omega}}$$

(indice P rappelle « poutre »; indice C rappelle « câble ». (On a mis Σ dans le terme relatif aux câbles, parce qu'il y a deux séries de câbles.)

5. Résultat du calcul

Le calcul conduit à trouver les valeurs suivantes pour les efforts dans le câble dans différents états de charge :

a) Mise en précontrainte avec les charges existant à ce moment; effort donné par les manomètres

$$X = 360 \text{ t.}$$

b) X plus poids mort total donnant un ΔX positif :

Initialement : $X = 380 \text{ t.}$

A la longue (9 % de perte) : 347 t.

c) X plus poids mort total, plus neige (nouveau ΔX positif) :

Initialement : 393 t.

A la longue : 361 t.

d) X plus poids mort total, plus vent (de bas en haut) donnant un ΔX négatif :

Initialement : 350 t.

A la longue : 318 t.

La tension des fils ne dépasse donc jamais :

Initialement : 80 kg/mm².

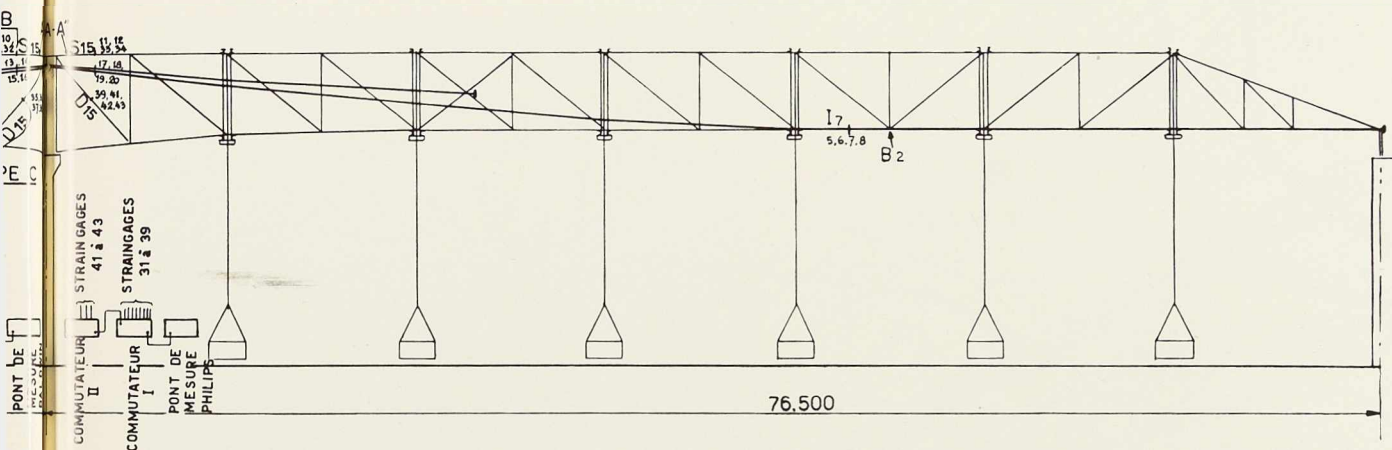
A la longue : 73 kg/mm².

La tension des fils varie à la longue entre 65 et 73 kg/mm², soit une variation de 12.3 % par rapport au minimum. N'oublions pas que la relaxation de 9 % admise dans les calculs est exagérée.

Le tableau suivant donne les tensions en kg/mm² dans quelques barres sous différents états de charge; pour les barres comprimées les tensions sont calculées sur la section réduite.

Tableau des tensions en kg/mm².

Numéros des barres	Initialement			A la longue		
	pm X=380 t	pm+n X=393 t	pm+v X=350 t	pm X=347 t	pm+n X=361 t	pm+v X=318 t
S ₁	-10,9	-13,9	-3,7	-10,7	-13,8	-3,6
S ₇	-10,4	-12,9	-3,5	-10,3	-12,8	-3,5
S ₁₅	-2,3	+4,7	-14,7	-0,6	+6,4	-11,9
I ₃₋₄	-1,2	+2,0	-12,1	+1,0	+3,4	-10,8
I ₉	+1,2	+4,8	-14,9	+3,2	+6,5	-13,2
I ₁₅	-10,0	-14,6	-2,0	-10,1	-14,6	-2,0
d ₄	+9,0	-10,6	+3,2	+9,0	+10,5	+3,1
d ₉	+8,0	+12,2	-2,5	+8,3	+12,6	-1,8
d ₁₃	+8,0	+12,0	-1,5	+8,3	+12,4	-1,0
m ₄	-9,0	-11,0	-3,2	-8,9	-10,8	-3,0
m ₉	-8,4	-12,0	0	-8,5	-12,3	-0,2
m ₁₃	-9,1	-13,2	+0,4	-9,5	-13,6	+0,1



re continue précomprimée du hangar de Melsbroeck.

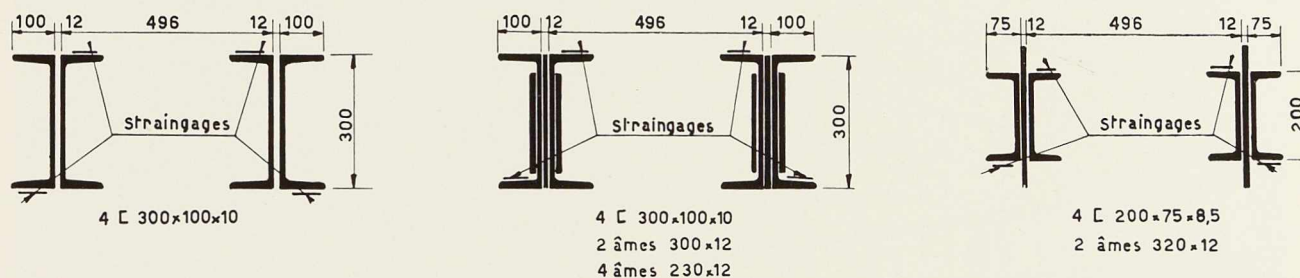


Fig. 4bis. Coupes A, B et C (voir figure 4).

6. Le coefficient de sécurité

Admettons que l'acier doux utilisé ait une limite élastique de 24 kg/mm²; en d'autres termes, supposons qu'une charpente classique construite avec cet acier et calculée à 14 kg/mm² ait une sécurité calculée de 24 : 14 = 1,71.

Calculons la sécurité pour les différentes barres reprises au tableau précédent. Nous avons fait le calcul en considérant d'abord la neige et l'état initial. La formule 7 du chapitre I est applicable comme nous l'avons dit plus haut; elle s'écrit

$$S = 1 + \frac{m}{1+m} \frac{R_e - R_1}{R' + R_1}$$

soit, ici, vu que

$$m = \frac{240}{737} = 0,326$$

$$S = 1 + 0,245 \frac{24 - R_1}{R' + R_1}$$

Donnons le détail pour la barre S₁₅ par exemple : On a

$$R' = 2,3$$

$$R_1 = 4,7 \text{ kgmm}^2$$

d'où

$$S = 1,68$$

Le même calcul fait pour les barres du tableau précédent conduit aux valeurs suivantes :

	S ₁	S ₇	S ₁₅	I ₃₋₄	I ₉	I ₁₅
S =	1,83	2,09	1,68	2,68	2,33	1,50
	d ₄	d ₉	d ₁₃	m ₄	m ₉	m ₁₃
S =	3,05	1,69	1,73	2,60	1,82	1,64

La sécurité au vent a un tout autre caractère; on doit ici se demander de combien peuvent augmenter les 560 t avant qu'on n'atteigne la limite élastique. Prenons la barre I₁₅ qui donne le plus petit coefficient de sécurité sous l'action de charges de haut en bas. Le vent seul de 560 t donne une variation de tension de 8 kg en traction (voir tableau). Or, à partir de 560 t de vent — tension — 2,0 — on dispose encore d'une réserve de 26 kg/mm² avant d'arriver à la limite élastique en traction; c'est donc pour un vent supplémentaire de

$$560 \times \frac{28}{8} = 1\,820 \text{ t}$$

que cette limite sera atteinte; cela signifie que le vent dangereux est un vent de 1 820 + 560 = 2 380 t, soit 4,25 × 560 t.

Un calcul semblable pour les autres barres conduit à la conclusion qu'il y a une très grande sécurité au vent.

Voyons la situation à la longue sous l'action de la neige. Prenons par exemple la barre S₁₅. On trouve à

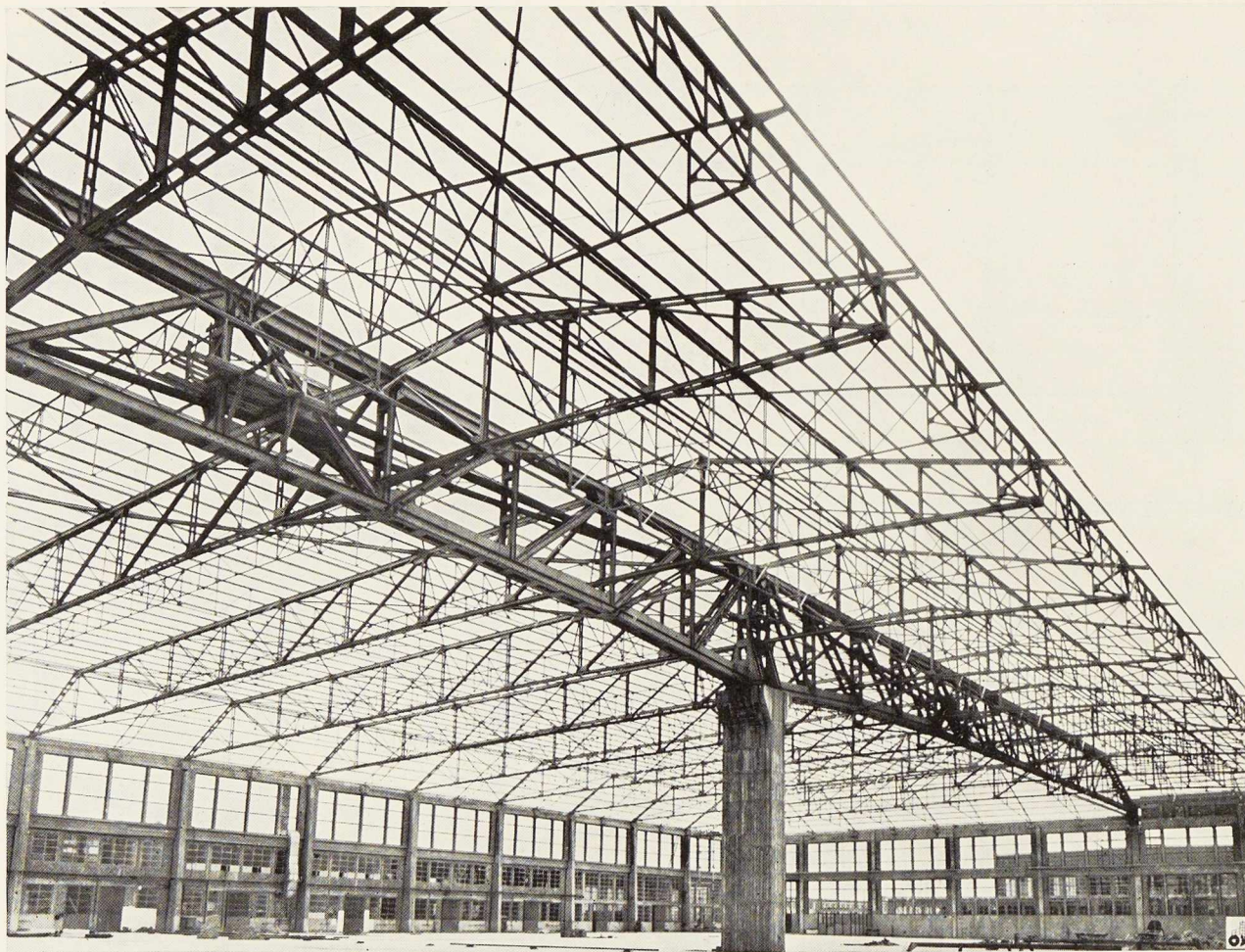


Photo Malevez.

Fig. 5. Vue d'ensemble de la charpente métallique du hangar de Melsbroeck.
Au premier plan, la poutre continue précomprimée.

la longue $S=1,60$ au lieu de 1,68 initialement; la variation est donc faible; pour d'autres barres telles que I_{15} elle est quasi nulle.

Les chiffres fournis montrent que la charpente est bien calculée de façon à utiliser un poids minimum d'acier.

7. Les flèches calculées

Voici les flèches en travée sous différents états de charge.

Les bases de départ sont celles-ci :

Sous poids mort total (737 t)

(avec $X=0$)

$$f = 161 \text{ mm};$$

Sous $X=380 \text{ t}$

$$f = -86 \text{ mm};$$

Sous le vent vers le haut (avec $X=0$)

$$f = -101 \text{ mm};$$

Sous la neige (avec $X=0$)

$$f = -64 \text{ mm}.$$

Ces bases permettent de calculer les flèches dans différents cas :

a) Poids mort (737 t) plus $X=380 \text{ t}$, c'est-à-dire initialement, $f = 161 - 86 = 75 \text{ mm}$.

Poids mort (737 t) plus $X=347 \text{ t}$, c'est-à-dire à la longue, $f = 161 - 78 = 83 \text{ mm}$.

b) Poids mort + neige (977 t) plus $X=393 \text{ t}$ (initialement), $f = 161 + 64 - 88 = 137 \text{ mm}$.

Poids mort + neige (977 t) plus $X=361 \text{ t}$ (à la longue), $f = 161 + 64 - 82 = 143 \text{ mm}$.

c) Poids mort + vent (177 t) plus $X=350$ (initialement), $f = 161 - 101 - 79 = -19 \text{ mm}$.

Poids mort + vent (177 t) plus $X=318 \text{ t}$ (à la longue), $f = 160 - 101 - 72 = 13 \text{ mm}$.

Concluons, en examinant la situation à la longue :

a) Que la neige produit un supplément de flèche de $143 - 83 = 60 \text{ mm}$.

b) Que le vent diminue la flèche de $126 - (-13) = 139 \text{ mm}$.

c) Que la plus grande variation de flèche par suite des actions climatiques est de $139 + 60 = 199 \text{ mm}$, soit la portée divisée par 388.

d) Que la flèche due au poids mort total plus la neige est de 143 mm, soit la portée divisée par 540.



Fig. 6. Ancrage de câbles.

8. Essai sous charge

Nous avons eu l'occasion de soumettre la poutre à un essai de charge d'après le dispositif représenté sur la figure 4 (pp. 516 et 517).

La charge totale appliquée a été de $12 \times 7 = 84$ t. Malheureusement, cet essai n'a pu se faire que dans de mauvaises conditions pour les raisons suivantes :

a) Il a dû se faire 12 heures après qu'on avait terminé la mise en précontrainte, c'est-à-dire à un moment où la relaxation des fils était encore en train de se produire avec intensité.

b) L'essai a duré un jour pendant lequel il y avait du brouillard le matin et du soleil ardent l'après-midi.

c) Les tensions à mesurer étaient comprises, d'après l'élément considéré, entre 1,1 et 2,8 kg/mm², ce qui est fort peu.

Rien d'étonnant donc à ce que de cet essai on puisse simplement conclure que les quantités mesurées sont du même ordre de grandeur que celles fournies par le calcul; les différences trouvées sont de 10 à 40 %.

La figure 5 donne une photo de la poutre et la figure 6 la photo d'un ancrage de câble.

9. Considérations sur l'économie

Nous avons fait faire un projet de poutre remplissant les mêmes fonctions que celle étudiée ici, mais conçue en acier doux non précomprimé.

Il en résulte que cette solution exige 150 t d'acier

doux au lieu de 122 t d'acier doux, plus 8 t de fils et 1,6 t de blocs d'ancrage en acier moulé.

Le prix de la charpente montée est de 15 francs le kg; celui de l'acier moulé 25 francs le kg; celui des fils, 16 francs le kg; le prix des grilles et autres accessoires 2,50 francs le kg de fil; le prix de la main-d'œuvre de placement et de mise en précontrainte était de 12 francs par kg de fil; le prix de la protection des fils 4,50 francs le kg.

Le prix de l'acier moulé est de $1\ 600 \times 25 = 40\ 000$ soit 5 francs le kg de fil.

Finalement, le prix du kg de fil est de $16,00 + 2,50 + 12,00 + 4,50 + 5,00 = 40$ francs le kg.

Le rapport du prix des fils placés au prix de la charpente est donc de $40 : 15 = 2,67$.

Le rapport des poids des deux poutres est donc

$$\frac{P_1}{P} = \frac{122 + 8 + 1,6}{150} = 0,88$$

et le rapport des prix

$$\frac{\Pi_1}{\Pi} = \frac{122 + 8 \times 2,67}{150} = 0,96.$$

Il y a donc 12 % d'économie en poids et 4 % d'économie en prix. C'est déjà appréciable, mais n'oublions pas que c'est la première poutre construite dans le nouveau système et il est probable qu'on arriverait à plus d'économie si on devait recommencer.

Signalons simplement que les fils ne travaillent qu'à 80 kg/mm² alors qu'on peut les faire travailler à 90 kg/mm²; cela réduit le poids de fil de 8 t à 7,1 t et le rapport des prix donne 0,94 soit 6 % d'économie.

L'ensemble du projet pourrait encore être modifié de façon à augmenter l'économie, mais cette discussion sort du cadre du présent article.

10. Conclusions

Il résulte de l'étude qui précède que les charpentes précomprimées sont intéressantes dès que la portée est grande et surtout dans les cas où le poids mort de la poutre est important par rapport à la charge totale à porter.

Le calcul de ces charpentes est facile en ce sens qu'il ne fait appel qu'à des notions classiques. La réalisation de Melsbroeck n'a donné lieu à aucune difficulté spéciale.

La précontrainte doit évidemment être exécutée avec soin par une équipe spécialisée.

11. Les exécutants

L'entrepreneur général pour la construction du hangar a été la S. A. Entreprises Herpain & Fils, à Bruxelles; la charpente a été étudiée et réalisée par la S. A. L. Leemans et Fils à Vilvorde; la précontrainte a été réalisée par la S. A. Le Câble Sandwich; les calculs et l'exécution ont été contrôlés par le Bureau Seco. Tous méritent nos félicitations pour le travail de pionnier qui a été réalisé en pleine collaboration confiante entre les intéressés.

G. M.



Superstructure métallique d'un hangar à avions pour l'aéroport de Melsbroeck

Introduction

En mars 1950, la Régie des Voies Aériennes (R. V. A.), à la suite d'une adjudication-concours, a retenu le projet d'une charpente métallique avec poutre précomprimée présenté par la S.A. L. Leemans & Fils.

Le cahier des charges prévoyait une infrastructure en béton armé fondée sur pieux avec superstructure métallique et imposait les dimensions intérieures : longueur 152 m, largeur 66 m, hauteur libre 13 m. Il n'admettait d'autre part qu'un seul pilier intérieur, situé dans l'axe des 152 m et en retrait du plan des portes.

Le gabarit extérieur étant limité à 18 m de haut, en raison du caractère international de l'aéroport, il ne restait, au point maximum, qu'une hauteur libre de 5 m pour loger la charpente et la couverture. En réalité et en raison de la pente de la terrasse dont le point maximum se situe en deçà de l'axe de la poutre, des épaisseurs de toiture, pannes, membrures, et du jeu indispensable pour les fluctuations en hauteur de la charpente, la hauteur théorique maximum dans le cours de la poutre n'est que de 4,200 m, soit 1/18 de la portée libre entre appui extrême et fût central.

Pour satisfaire aux conditions imposées par le cahier des charges, on a cru opportun d'avoir recours à une poutre en acier précomprimé ⁽¹⁾.

La couverture du hangar se compose :

Sur la plate-forme centrale, de plaques armées préfabriquées en béton léger, revêtues d'une chape multicouche collée; sur les versants du pourtour : de plaques

nervurées spéciales en asbeste-ciment avec plafond isolant.

Les grandes portes, obturant le vide de 152 m $\times$ 13 m, sont du type accordéon, manœuvrées par treuils électriques et se logeant dans des niches prévues de part et d'autre de la façade.

Hypothèses du calcul

Surcharge de neige : 35 kg par m² uniformément répartie sur la toiture.

Action du vent : les essais effectués en Belgique et à l'étranger, lors d'études de bâtiments ayant des formes extérieures semblables au hangar actuel, ont amené à adopter les chiffres suivants :

Vent horizontal : pression de base : 75 kg par m²;

Coefficients de traînée : sur surfaces frappées : + 0,8; sur surfaces non frappées : - 0,4; pression ou dépression intérieure (portes ouvertes) : $\pm$ 0,8.

Exemple : pour la toiture, la sous-pression envisagée est de :

$$(-0,8 - 0,4)75 \text{ kg/m}^2 = -90 \text{ kg par m}^2$$

Description de la superstructure

Elle se compose :

1° D'une poutre-maitresse précomprimée constituant véritablement « l'épine dorsale » de la charpente. Portée sur trois appuis : 153 m; hauteur théorique en travée : 4,200 m; hauteur à l'appui central : 5,420 m.

2° De treize poutres transversales de 66 m de longueur totale, dont 17 m en porte à faux devant la poutre-maitresse. Ces poutres sont écartées de 10,780 m.

3° D'une série de poutres-pannes, à treillis, s'attachant aux précédentes et les contreventant verticalement; leur écartement normal est de 10,600 m.

4° De poutres intermédiaires, à treillis également, situées dans l'axe des poutres-pannes de façon à réduire à 5,390 m la portée des pannelettes de toiture.

5° De demi-fermes, de poutres biaises, d'arçiers, dans les versants latéraux.

(1) Voir l'étude du Professeur G. Magnel, pp. 507-519 du présent numéro.

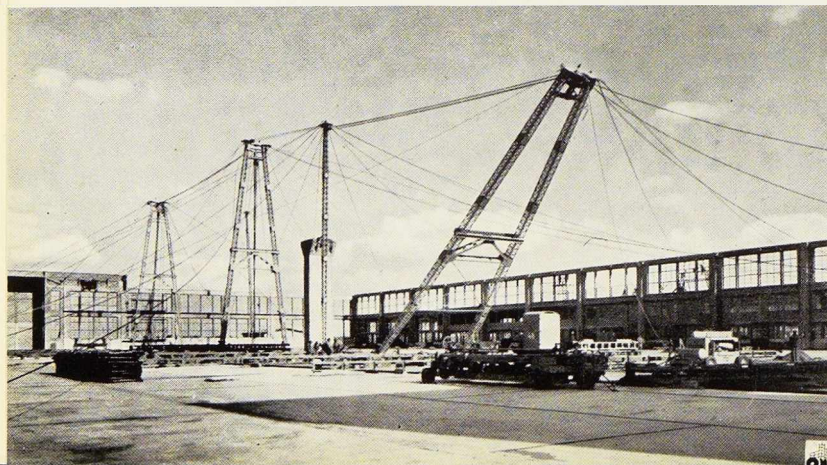


Fig. 1. Bigues de 25 m de hauteur employées pour le montage de la maitresse-poutre.



Fig. 2. Vue d'ensemble du hangar pour avions lourds construit à l'aéroport de Melsbroeck.

Photos Malevez.

6° De pannes en poutrelles supportant les éléments de plate-forme ou les couvertures latérales.

7° De poutres frontales, régnant au-dessus des grandes portes et supportant leurs rails de guidage.

8° D'une double poutre de contreventement horizontal, absorbant les poussées du vent sur les grandes portes ou la dépression agissant sur celles-ci dans le cas de vent soufflant de l'arrière du hangar et les reportant aux points fixes de l'infrastructure.

La dilatation de l'ensemble de la superstructure est assurée dans le sens des deux axes principaux : appuis à balanciers sous les extrémités de la poutre-maitresse; plaques à glissement sous les autres éléments.

Poutre-maitresse

La poutre-maitresse est du type à treillis N. La section est en caisson de 500 mm de largeur théorique. Les membrures sont composées de profilés U d'âmes et de semelles; les montants et les diagonales sont constituées par des profilés attachés par goussets aux membrures. Chaque demi-poutre, assemblée et réglée au sol, est complètement rivée. Les deux demi-poutres encore élançonnées sont assemblées par boulons tournés au fût central préalablement hissé sur le pilier. La mise en précontrainte est réalisée au moyen de quatre câbles constitués de fils en acier à haute résistance de 7 mm de diamètre, groupés par paires, de part et d'autre de l'appui central. Ils ont pour origine les appuis extrêmes où ils sont clavetés dans des appareils autoserrants du type « Sandwich », parcourent l'intérieur de la membrure inférieure sur une longueur de 23 m, se relèvent suivant un funiculaire étudié jusqu'au sommet du fût central et redescendent de la même façon pour s'attacher dans des sabots situés au croisement des diagonales des panneaux se trouvant à 24,300 m de l'axe.

Poutres transversales

Les poutres transversales sont du type à treillis en N, en caisson de 200 mm de largeur. La dimension du porte-à-faux, qui a déterminé la position de la poutre-maitresse et du pilier central, a permis de réduire considérablement le poids propre de ces poutres, tout en limitant les flèches au maximum.

Ces poutres ont été construites en deux pièces, respectivement de 49 m et 17 m de longueur, dont les

plus longues sur deux appuis, ont été préalablement montées d'une part sur la poutre-maitresse, d'autre part sur les colonnes en béton comprises dans la paroi arrière du hangar. Ce n'est qu'après assemblage de la plupart des tronçons intérieurs que les becs ont été mis en place.

Poutres-pannes, poutres-intermédiaires, fermes latérales, etc.

Ces éléments ne présentent rien de particulier. Ils contribuent toutefois, d'une manière très efficace, à la rigidité de l'ensemble et à son indéformabilité.

Contreventements

Chaque demi-poutre de contreventement, de 76,500 m de longueur, se compose d'une membrure parabolique et d'une membrure droite, en l'espèce la bride supérieure de la poutre-maitresse.

La membrure parabolique, normalement tendue sous le vent frappant les portes, est néanmoins comprimée

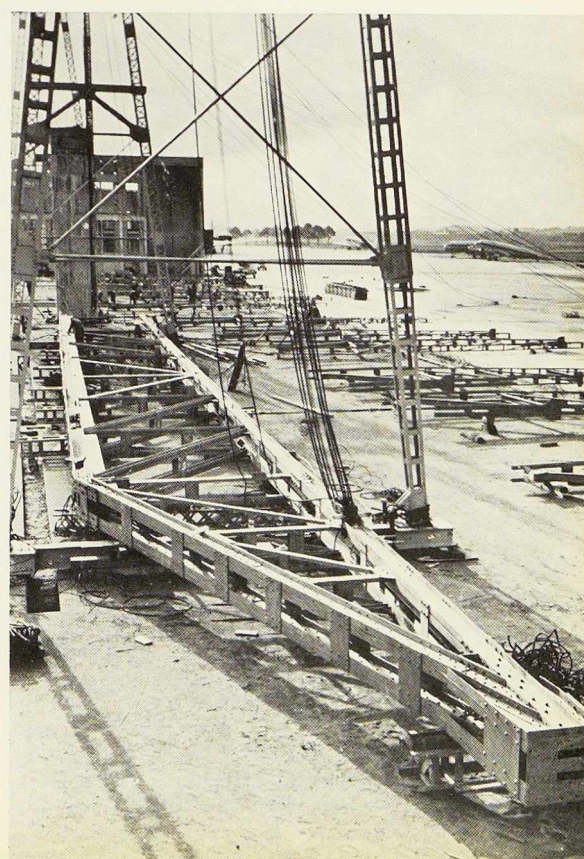


Fig. 3. La demi-poutre maitresse ayant été assemblée, vérifiée, alésée et rivée au sol, on va procéder aux opérations de levage.

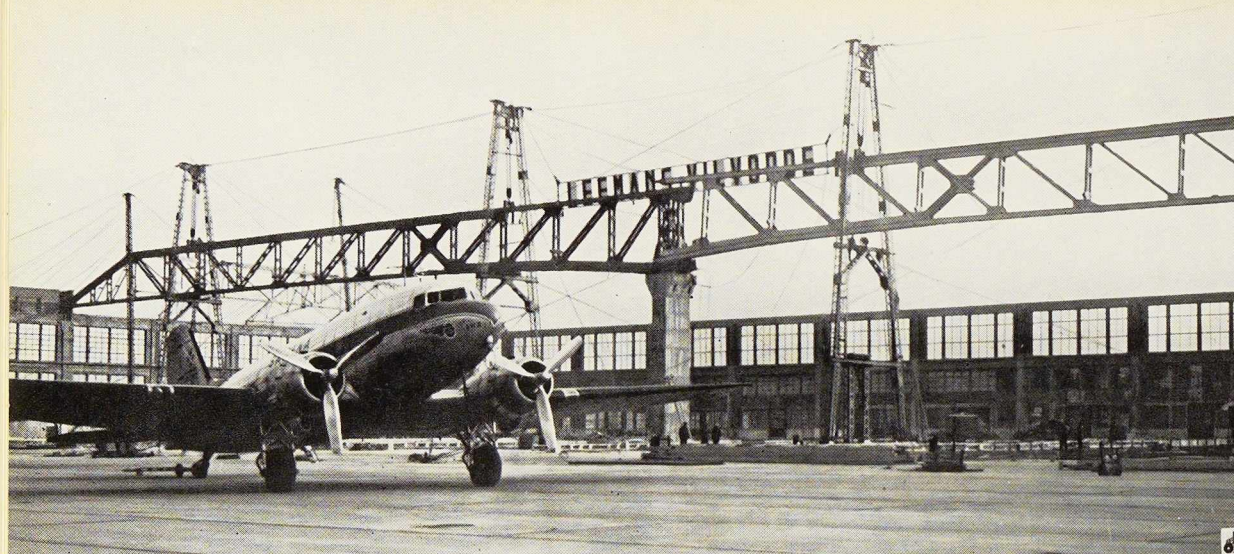


Fig. 4. Montage de la poutre-maitresse du hangar de Melsbroeck.

Photo Malevez.

sous la dépression due au vent arrière. C'est pourquoi elle est composée de barres en U accouplées de profils variables suivant la longueur des barres, notamment de celles s'attachant aux appuis latéraux. Cette liaison a été obtenue par un pivot de 50 mm de diamètre passant dans une bride faisant corps avec la partie supérieure du balancier d'appui. D'autres contreventements existent également sur le pourtour du hangar et dans son axe et servent, soit de répartition d'actions locales éventuelles, soit de réglage de la charpente.

Opérations de montage

Préalablement à tout travail d'assemblage sur place des éléments de la poutre-maitresse, quatre bigues de 25 m de hauteur (fig. 1) composées chacune de deux mâts de montage reliés en tête par les traverses de suspension des mouflages, intermédiairement par des entretoises et des contreventements, et au pied par des traverses en profilés servant également au chantier de montage, ont été installées à l'emplacement de cette poutre, de sorte qu'une fois assemblée par terre, chaque demi-poutre puisse être hissée à son emplacement définitif. On se réservait toutefois une largeur suffisante pour les diverses manœuvres de redressement et d'approche.

Chacune de ces bigues était vérifiée pour supporter une surcharge de 75 %.

La première opération consistait à mettre en place le fût central sur la colonne en béton armé.

La demi-poutre de gauche ayant été assemblée, vérifiée, alésée et rivée au sol (fig. 3), on procéda aux opérations de levage. Elle fut d'abord ripée vers l'extérieur de façon à dégager les parties de ses membrures dépassant le pilier central, puis redressée au moyen de deux treuils électriques spécialement conçus.

Par le déplacement longitudinal des deux palonniers d'amarrage des mouflages, on la ramena ensuite jusqu'à se coller contre le pilier en béton sur lequel au préalable on avait disposé un rail de guidage. Des galets à billes, assujettis aux membrures supérieure et inférieure, lui permirent de glisser le long de ce fût sans grippage ni effort anormal.

Le levage de la demi-poutre à 13 m de hauteur, dura 20 minutes; son introduction dans la niche prévue au-dessus du pilier latéral, son encastrement ensuite au fût central, se déroulèrent normalement et sans le moindre incident.

Il fut procédé de même pour la seconde demi-poutre (fig. 4).

L'ensemble étant en place et reposant sur ses trois appuis, était simplement contre-buté horizontalement par les palées de montage.

Le levage des tronçons de 48 m des poutres transversales fut effectué à l'aide d'un mât de 30 m muni d'un palonnier.

La poutre étant hissée à hauteur convenable, pivotait autour du mât de façon à venir recouvrir l'appui sur mur, après quoi on l'engageait dans les amorces prévues sur la poutre-maitresse.

Le programme de montage imposait un lestage symétrique de la grande poutre porteuse.

Au fur et à mesure de l'avancement des poutres transversales, les éléments secondaires étaient mis en place.

Mise en précontrainte

Après l'achèvement du montage du « squelette », on a procédé à cette phase capitale : la mise en précontrainte de la poutre-maitresse.

L'introduction des fils de 110 m de longueur dans la poutre, leur mise en place et leur classement posèrent un problème assez complexe. Une organisation méthodique et des exécutants consciencieux en vinrent cependant à bout.

Les quatre sabots en acier coulé, les pièces de déviation, les peignes-classeurs et tous les supports spéciaux et guides-câbles étant à leurs emplacements, il s'agissait d'appliquer aux fils la tension de pose résultant des études relatives à l'état de chargement existant à cette époque.

Des vérifications de flèches, effectuées en cours d'opération et après achèvement de la mise en précontrainte, montrèrent que la poutre s'était relevée, à 5 % près, des quantités calculées.



La 3^e Exposition Européenne de la Machine-Outil Bruxelles, Septembre 1953

La 3^e Exposition européenne de la Machine-Outil qui s'est tenue du 4 au 13 septembre dernier à Bruxelles, a connu un très vif succès.

Près de 800 exposants appartenant à 14 nations présentaient plus de 2 000 machines-outils les plus diverses ainsi que des appareillages complémentaires.

Les machines en plein fonctionnement constituaient un spectacle prestigieux.

Le mérite de l'excellente organisation de l'Exposition revient au Syndicat des Constructeurs Belges de Machines-Outils (Sycomom) qui n'a pas ménagé ses peines pour la réussite de cette grande manifestation industrielle.

M. G. Velter, le dynamique Administrateur-Directeur Général de Fabrimétal, vient d'écrire dans son « weekly paper » une note sur l'Exposition du Heysel, que nous nous faisons un plaisir de reproduire ci-après.

O. M.

HEYSEL

Depuis trois jours est ouverte, dans les palais du Centenaire, la plus belle exposition industrielle qui se soit tenue en Belgique depuis de très nombreuses années. Il s'agit de la 3^e Exposition européenne de la Machine-Outil. Elle durera jusqu'au 13 septembre inclus.

Sept cent soixante constructeurs, dont plus de sept cents étrangers, y montrent en fonctionnement toute la gamme de leur fabrication. Les 2 000 machines sont classées par catégories, suivant leurs caractéristiques et leur usage.

Pour vous donner une idée de l'importance de cet événement et de son retentissement, je vous dirai simplement qu'il a fallu louer à Bruxelles, Anvers et ailleurs près de 12 000 chambres à l'intention des industriels étrangers qui seront à Bruxelles.

J'ai vu les deux expositions antérieures, celle de Paris et celle de Hanovre. Je puis déclarer sans craindre le moindre démenti que celle de Bruxelles leur est supérieure à tous les points de vue.

Mon article a donc uniquement pour but, non pas de vous donner des indications qui vous inciteraient à aller voir l'exposition, mais de rappeler à tous ceux qui doivent le savoir qu'il s'agit de quelque chose de grandiose qui fait honneur au pays tout entier.

Je considère comme acquis que tout industriel digne de ce nom, quelle que soit sa profession, visitera lui-même l'exposition et la fera visiter par tous ses techniciens.



Photos M. Toussaint.

← Fig. 2. Inauguration de la 3^e Exposition européenne de la Machine-Outil à Bruxelles par M. J. Van Houtte, Premier Ministre.

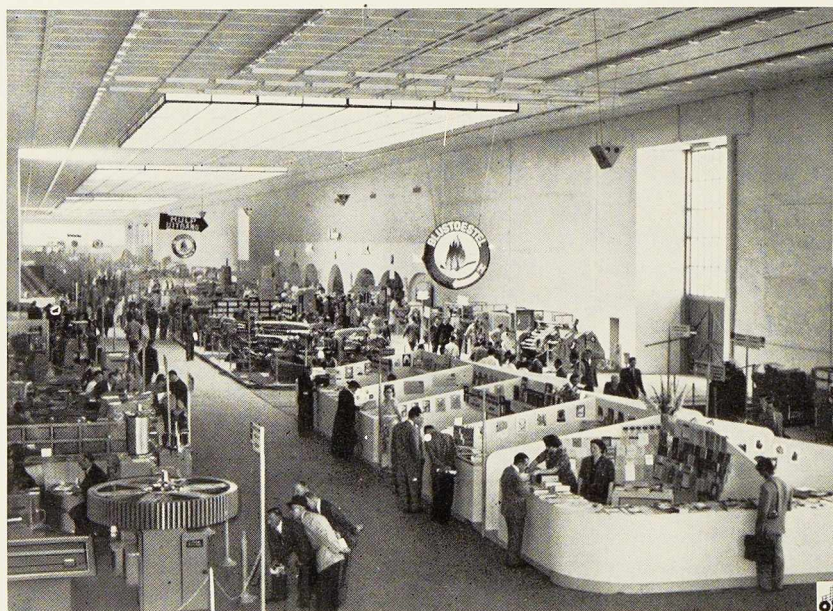


Fig. 1. Un des aspects de la 3^e Exposition européenne de la Machine-Outil qui s'est tenue dans les Palais du Heysel.

Photo E. Arnauts.



Je suis sûr aussi que les administrations et les services publics auront à cœur d'y déléguer leurs fonctionnaires, tant administratifs que techniques, et qu'ils comprendront le sens profond de la manifestation.

Je demande en plus que le personnel dirigeant de l'enseignement technique et professionnel profite de l'occasion pour donner à notre jeunesse une belle leçon de choses et un sentiment de fierté nationale.

Fig. 4. Vue partielle du Grand Palais (n° 5) abritant les machines lourdes. →

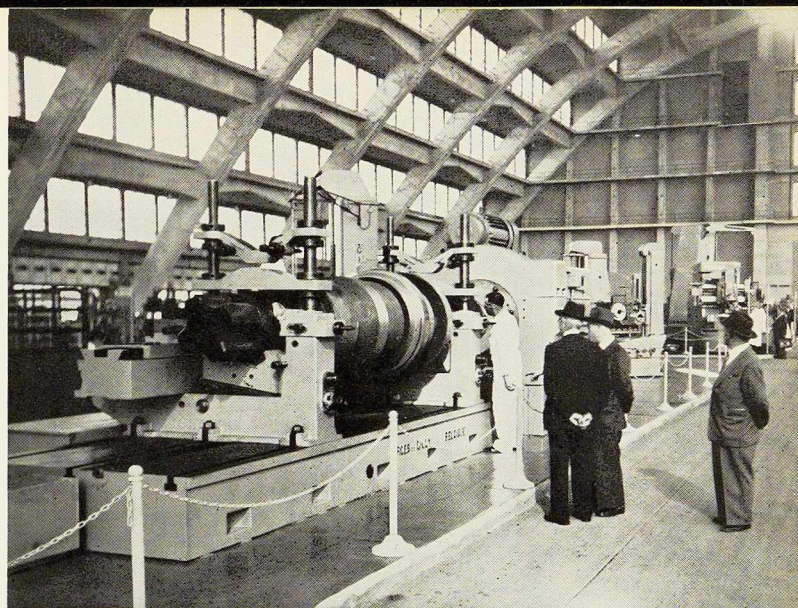


Fig. 5. Palais n° 3. Outillage de précision, appareils de mesure, équipement pneumatique, hydraulique et électrique.

Photo Photindus. ↓

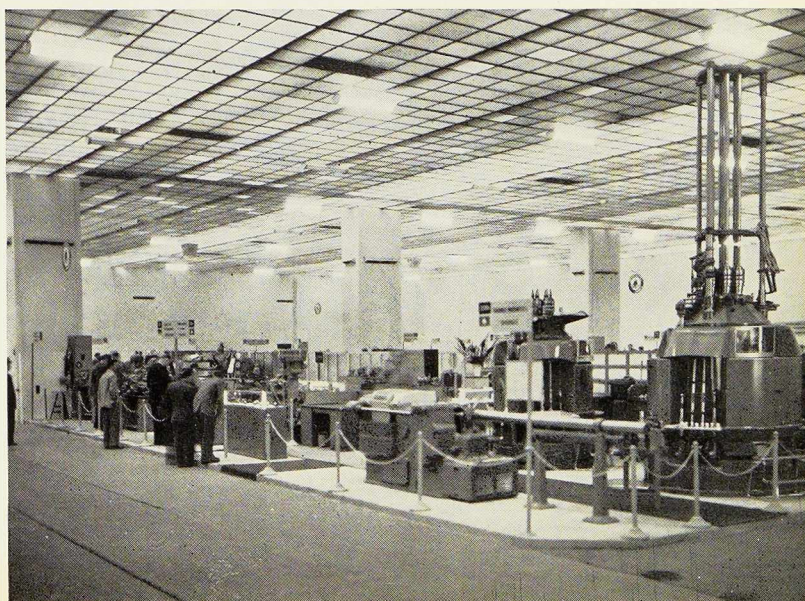


Photo G. Limpens.

Fig. 6. Palais n° 6. Machines pour travail par déformation.

Photo Weber. ↓

Enfin, je ne puis pas taire la fierté que nous ressentons à Fabrimétal. Toute l'exposition a été conçue et organisée par une douzaine d'industriels membres de Sycomom, c'est-à-dire du Syndicat belge de la machine-outil. Pendant des mois, négligeant souvent leurs propres affaires, ils se sont acharnés à faire de l'exposition ce qu'elle est. Leur participation, j'ose le dire, est digne du pays; les machines qu'ils



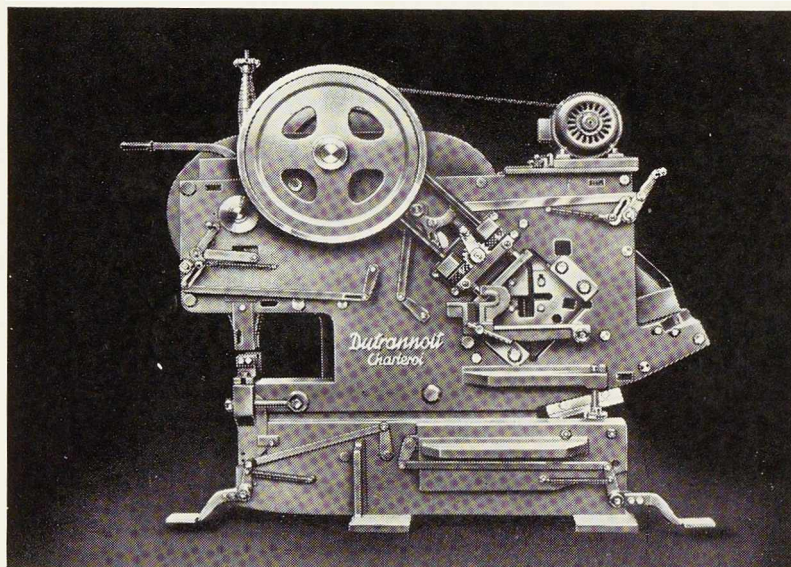


Fig. 7. Poinçonneuse-cisaille combinée construite par les Ateliers Dutrannoit à Charleroi.

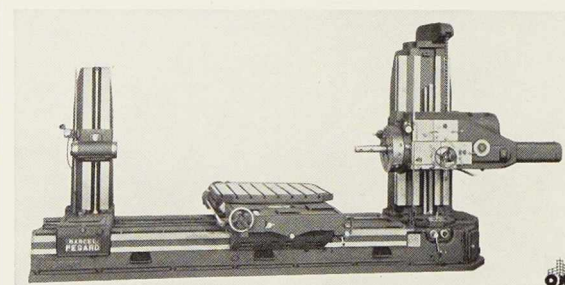
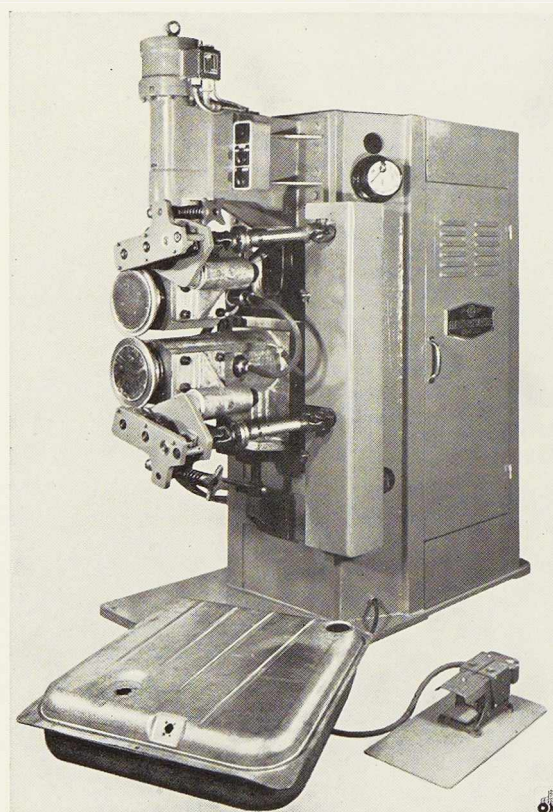


Fig. 8 (ci-dessus). Aléseuse M. Pégard modèle U.100 avec table orientable à commande par moteur.

Fig. 9 (ci-contre). Machine à souder au galet, type SAG 201, de la S. A. Electromécanique à Bruxelles. Prévue spécialement pour le soudage étanche de réservoirs d'automobiles.

fabriquent subissent allègrement la comparaison avec les meilleures machines étrangères.

Dans le sentiment qui nous anime, je termine en disant : je suis sûr qu'il en restera quelque chose qui renforcera en permanence les liens de solidarité de tous ceux qui vivent et qui travaillent à l'ombre de notre devise nationale.

G. VELTER.



Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

Chairs (Sièges)

par G. NELSON.

Un volume relié de 174 pages, format 23 × 31 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par *Whitney Publications Inc.*, New-York, 1953. Prix : \$ 10.00.

La revue américaine *Interiors* vient de publier un magnifique album consacré aux sièges. On voit dans cet ouvrage, présenté d'une façon originale, de très nombreux modèles de chaises, fauteuils, canapés, tabourets de différents types en métal et en bois, œuvre d'ensembliers et d'architectes de renom.

Ce curieux ouvrage sera lu avec intérêt et profit par l'architecte et les décorateurs.

Défauts des peintures et leurs remèdes

par H. COURTNEY BRYSON.

Un ouvrage de 44 pages, format 15 × 22 cm, illustré de 16 figures. Edité par J. Vermaut, Courtrai, 1953.

Ce petit ouvrage, traduit de l'anglais par l'ingénieur M. Voituriez, constitue un recueil des défauts des peintures classés par ordre alphabétique.

L'intérêt de la publication réside dans le fait que l'auteur, spécialiste des questions de peinture, donne à côté des défauts, les causes et les remèdes.

I. R. S. I. A. - Rapport annuel - Exercice 1952

Un ouvrage de 176 pages, format 15,5 × 24 cm. Edité par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I. R. S. I. A.), Bruxelles, 1953.

Le rapport de l'I. R. S. I. A. pour l'exercice 1952 contient notamment un chapitre sur les subsides accordés à la recherche.

On y relève que le montant des subsides votés pendant l'année 1952 est voisin de 100 millions de francs.

Un personnel de 112 chercheurs et de 148 techniciens, préparateurs, laborants, etc., émerge aux subsides votés pendant l'année.

Parmi les bénéficiaires de ces subsides, citons le Centre National de Recherches Métallurgiques

(C. N. R. M.), le Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux (C. B. E. D. E.), le Comité pour l'Etude du Fluage des Métaux aux Températures ordinaires, le Comité pour l'Etude du Fluage des Métaux aux Températures élevées, le Centre de Recherches Scientifiques et Techniques de l'Industrie des Fabrications Métalliques (C. R. I. F.), le Centre Belge d'Etude de la Corrosion (Cebelcor), l'Institut Belge des Hautes Pressions, l'Institut Belge de la Soudure (I. B. S.).

European Architecture in the XXth Century, Vol. II (L'Architecture européenne au XX^e siècle)

par A. WHITTICK.

Un volume relié de 272 pages, format 19 × 25 cm, illustré de 96 planches. Edité par Crosby Lockwood & Son, Ltd. Londres, 1953. Prix : £ 2.2.0.

Le compte rendu du premier volume du substantiel ouvrage de M. Whittick a paru dans le n° 7/8-1950 de *L'Ossature Métallique*.

Le second volume embrasse la période 1924-1933, que l'auteur qualifie de l'Ere des bâtiments fonctionnels. On y trouve d'intéressantes données sur les édifices religieux, les immeubles de bureaux, les écoles, les hôpitaux, les théâtres et les cinémas, les magasins, les constructions industrielles, etc.

Le volume II sera suivi ultérieurement d'autres volumes, l'ensemble constituant ainsi un important ouvrage de référence sur les travaux des architectes européens du xx^e siècle.

Baustofflehre, 2^e édition (Connaissance des matériaux)

par Ed. J. SIEDLER.

Un volume relié de 236 pages, format 22 × 30 cm, illustré de 525 figures. Edité par *Druckhaus Tempelhof*, Berlin, 1952. Prix : 32 D.M.

L'ouvrage de l'architecte E. J. Siedler, professeur à l'Ecole Technique Supérieure de Berlin, traite de la connaissance des matériaux.

Les divers chapitres envisagent successivement les pierres, les liants, le béton, les produits de terre cuite, les matériaux comprimés ou reconstitués, les enduits, le fer et l'acier, le bois, les produits organiques ou synthétiques, le verre, les peintures, les isolants thermiques, les plastiques.

Illustré de schémas et de nombreuses illustrations, l'instructif ouvrage de M. Siedler se termine par un index alphabétique qui en rend l'usage particulièrement commode.

(1) Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent, soit être consultés en la salle de lecture du C. B. L. I. A., 154, avenue Louise à Bruxelles, soit être envoyés en communication sur demande.

Le C. B. L. I. A. est à la disposition des lecteurs pour leur procurer les ouvrages qu'ils voudraient acquérir.



L'Entreprise et ses hommes

par A. BERNARD.

Un ouvrage de 110 pages, format 18 × 23 cm. Edité par Berger-Levrault, Paris, 1953. Prix : 300 francs français.

Ce petit livre s'adresse à ceux qui s'intéressent aux problèmes posés par l'activité économique et les questions sociales qui en découlent.

Dans les pages de ce recueil de conférences, l'auteur donne de judicieux conseils à méditer et à appliquer, pour assurer la paix sociale dans l'industrie.

Résistance des matériaux

par G. MANUEL.

Un ouvrage de 258 pages, format 16 × 25 cm, illustré de 190 figures. Edité par Dunod, 1953. Prix : 1 860 francs français.

L'ouvrage du Professeur Manuel a pour objet d'apporter au lecteur une vue d'ensemble des divers problèmes posés par l'étude de la résistance des matériaux, ainsi que les connaissances de base indispensables pour lui permettre ulté-

rieurement d'aborder sans difficultés les différents domaines spécialisés de la construction où intervient cette science appliquée.

Dans la table des matières on relève notamment les chapitres suivants :

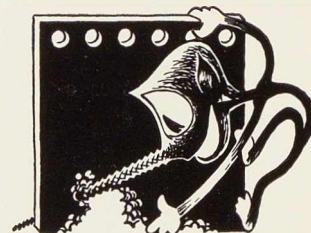
Notions fondamentales sur l'équilibre des milieux élastiques — Théorie des ponts dans le domaine élastique — Stabilité élastique et flambement — Propriétés mécaniques des matériaux — Conditions d'utilisation des matériaux — Déterminations expérimentales, etc.

Rapport sur l'étude des procédés nouveaux de cokéfaction

Un ouvrage photocopié de 60 pages, format 21 × 27 cm, illustré de plusieurs figures. Edité par l'O. E. C. E.

Un Groupe de Travail spécialisé, réuni à Paris au siège de l'O. E. C. E. a fait l'inventaire des procédés de carbonisation et semi-carbonisation autres que le procédé classique du four à coke. Les informations ainsi rassemblées ont permis au Groupe de Travail de retenir parmi les procédés nouveaux, trois procédés qui semblent applicables à une très large gamme de charbons.

CENTRE BELGE D'ÉTUDE DE LA CORROSION C E B E L C O R



Rapport d'activité

Dans le rapport bimensuel sur l'activité des Commissions techniques, nous relevons les nouvelles suivantes :

La C. T. 1 — (électrodéposition) va entreprendre des recherches sur les potentiels d'électrodes.

La C. T. 4 — (protection cathodique) a fait des essais de laboratoire concernant le Fe et les poursuit sur divers alliages Pb-Sn et Pb-Sb.

La C. T. 13 — (béton) va entamer des recherches sur la détérioration des pylônes et poteaux en béton armé.

La C. T. 3 — (revêtements protecteurs) a eu à sa tribune M. Wattecamps, ingénieur, B. Sc. (Londres) qui y a exposé les progrès réalisés par la technique américaine dans la protection des navires en ces dernières années. Après avoir décrit les procédés adoptés par la Marine militaire des

Etats-Unis pour préparer ou passiver la surface avant peinture, il a parlé successivement des peintures anticorrosions pour couche de fond, pour couche de couverture et des peintures antisalissures dont la toxicité évite les incrustations dues à la flore et la faune marines. Les premières sont très diverses, depuis le classique minium de Pb jusqu'aux résines synthétiques hautement polymérisées, les dernières contiennent un produit toxique à base de Cu ou de Hg qui tue les organismes marins. Il faut bien entendu que le liant et les charges de ces peintures soient de nature à ne pas entraver l'action toxique et à empêcher la trop rapide lixiviation du poison par l'eau de mer.

Le texte de cette intéressante conférence sera publié *in extenso* dans un de nos prochains numéros.



CHRONIQUE

Marché de l'acier pendant le mois d'août 1953

	Production acier lingot en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
Août 1953	320 945	194 668	515 613
Juillet 1953	326 772	238 154	564 926
Janv.-Août 1953	3 002 194	1 831 566	4 833 760
Jan.-Août 1952	3 261 811	1 984 665	5 246 476

La production belge a maintenu le rythme du mois de juillet, alors qu'au Luxembourg, il y a une sensible régression : le total de la production se ramène ainsi à 515 613 t qui est le chiffre mensuel le plus bas enregistré depuis trois ans. Sans doute, l'abstention de la clientèle et particulièrement des intermédiaires a-t-elle influencé le résultat du mois. Les toutes récentes décisions prises au sujet des cotations à l'exportation, dont certaines ont été ramenées à un niveau tenant compte notamment des nouvelles conditions des marchés américains, auront pour conséquence, estime-t-on, de rétablir le jeu normal des transactions.

Marché C. E. C. A.

Les problèmes nombreux et importants se trouvant à l'étude devant la Haute Autorité et ses Commissions n'ont guère avancé, au courant du mois d'août, où la plupart des services se trouvaient en congé. De multiples réunions figurent au programme du mois de septembre et notamment, celle du Comité Consultatif prévue pour le 21 septembre. Des commissions spéciales ont été instituées, pour préparer cette importante session. Celle devant s'occuper des questions relevant du marché de l'acier est présidée par M. Métral, celle s'occupant des minerais, par M. Thedrel, celle de la ferraille, par M. Goergen.

M. Etzel, Vice-Président de la Haute Autorité a annoncé, dans un discours prononcé à Munchen-Gladbach, l'espoir qu'elle avait de pouvoir procéder à l'émission prochaine aux Etats-Unis, d'un emprunt en faveur du pool.

Il a été question d'une nouvelle phase dans les mesures prises à l'égard des ententes du charbon et de l'acier. Les organismes communs de vente et d'achat doivent solliciter de la Haute Autorité la reconnaissance de leurs activités.

Le Gouvernement de l'Allemagne de l'Ouest vient de donner suite dans un sens favorable aux pourparlers engagés par la C. E. C. A., il y a plusieurs mois, sur les conditions particulières accordées par les sidérurgistes de la Ruhr aux consommateurs de l'Allemagne du Sud. Il est heureux qu'on arrive à un règlement de cette question qui supprime une discrimination dont souffraient particulièrement les sidérurgies franco-sarroise et luxembourgeoise.

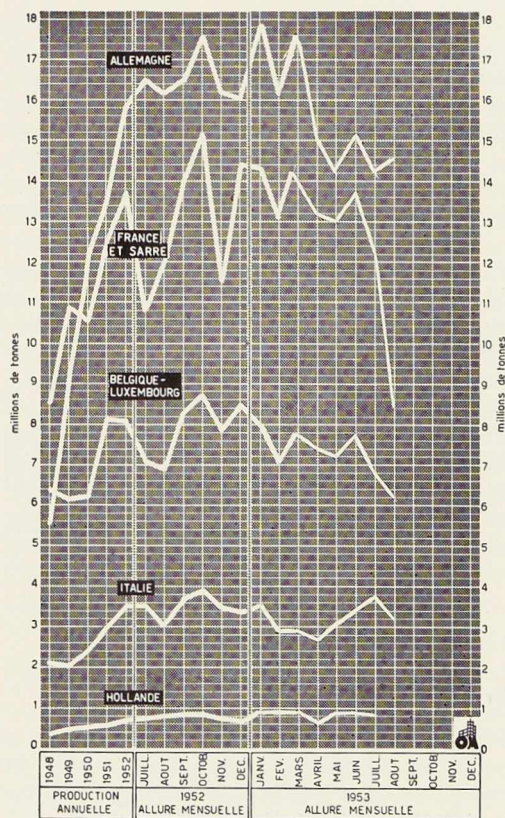


Fig. 1. Moyennes de production d'acier lingot des six pays de la Communauté Européenne Charbon-Acier (C. E. C. A.)

La Commission des ferrailles du Comité consultatif qui s'est réunie à Luxembourg a longuement discuté les problèmes du jour, en particulier celui de l'approvisionnement de l'Italie et celui des prix maxima.

La consommation de mitrailles dans les pays de la C. E. C. A. a atteint, en 1952, 21 millions de tonnes, dont 5 millions absorbées par les hauts fourneaux et 16 millions par les aciéries. Les usines ont fourni elles-mêmes plus de 9 millions de tonnes tandis que les achats à l'intérieur des pays ont apporté environ 11 millions de tonnes. Les échanges entre pays comportaient 432 000 t et s'établissaient comme suit :

	Ventes	Achats
Allemagne	134,4	15,5
Belgique-Luxembourg	28,8	141,2
France-Sarre	210,8	2,9
Italie	—	270,0
Pays-Bas	58,4	2,8
	432,4	432,4

Notons enfin les échanges avec les pays tiers :

	Importations	Exportations
Allemagne	10,8	337,4
Belgique-Luxembourg	65,6	29,7
France-Sarre	6,5	3,8
Italie	414,6	—
Pays-Bas	1,6	9,7
	599,1	380,6

Les prix des aciers n'ont pas varié, à l'intérieur du pool. A l'égard de certains espoirs des transformateurs allemands, le Ministre de l'Economie de l'Allemagne de l'Ouest a déclaré qu'il ne fallait pas s'attendre à une baisse de prix. Une déclaration semblable a été faite par le Président de la *Dortmund-Hoerder Hütten-Union*.

Des pourparlers ont eu lieu entre la France et l'Allemagne au sujet d'une réduction des droits de douane en Allemagne, sur les produits provenant de pays non membres du pool. On signale la réduction par l'Allemagne de ses droits d'entrée pour ces mêmes produits et ce à partir du 1^{er} septembre. On a fixé à ce sujet un contingent de 120 000 t par mois.

Marché d'exportation

L'accord d'exportation a été consolidé.

La compétition internationale gagne en intensité. Le Japon enregistre des commandes en de nombreux pays, en Argentine, en Birmanie et même aux Etats-Unis. Ces derniers voient leurs exportations en diminution, par rapport aux deux dernières années écoulées et cela en dépit de la forte avance de leur capacité de production.

Parmi les pays européens, la France maintient une position relativement favorable : ses envois vers les seuls Etats-Unis, au cours du premier semestre 1953, ont atteint 136 000 t, contre 196 000 pour toute l'année 1952.

On parle beaucoup de prochaines négociations entre la C. E. C. A. et le Royaume-Uni, en vue d'une association plus intime de celui-ci au pool européen.

L'Angleterre a voulu attendre que la Haute Autorité ait accompli l'organisation de ses services et leur fonctionnement, avant de prendre des engagements. On croit que le Président du pool lui soumettra bientôt des propositions.

En prévision des pourparlers attendus, le bulletin du mois d'août de la B. I. S. F. résume, à l'occasion du premier anniversaire de la Haute Autorité, le programme de celle-ci et son fonctionnement actuel.

La construction métallique en Belgique

Le mois d'août n'a guère apporté de grandes nouvelles dans le secteur des constructions métalliques. L'activité actuelle est encore satisfaisante, mais le volume des commandes nouvelles l'est beaucoup moins. Les constructeurs de charpentes sont amenés à calculer leurs prix au plus juste. Les ateliers de matériel roulant disposent de carnets leur assurant une activité prolongée, mais il n'en est pas ainsi dans d'autres secteurs et notamment celui des chaudières.

Les expéditions de Fabrimétal ont atteint, en juillet 1953, 136 780 t contre 135 659 t en juin, et 139 898 t en mai. Elles comprennent notamment :

Produits de la tôle	17 600	21 424	19 558
Accessoires métalliques du			
bâtiment	6 288	7 248	6 319
Ponts et charpentes	11 367	11 309	16 010
Matériel de chemin de fer			
et tramways	13 644	6 178	13 184

La sidérurgie dans le monde

Etats-Unis

Faisant suite aux récentes augmentations de salaires, les prix de base des aciers ont subi une hausse d'environ 3 dollars à la tonne, inférieure donc à celle qui avait d'abord été annoncée.

On admet généralement que la période de haute conjoncture est terminée; on ne craint cependant pas une diminution immédiate de la pro-



duction. L'Office du Commerce International a relâché le contrôle à l'exportation de nombreux produits d'acier laminé.

Malgré la situation actuelle du marché qui rend alléatoire une nouvelle avance de la production, les programmes d'extension des usines se poursuivent :

— Chez *Kaiser Steel Corp.*, Fontana, le troisième haut fourneau est mis à feu, portant la capacité de production de fonte de l'usine à 1,2 million de tonnes;

— A l'usine *Fairless*, des U. S. S. à Morrisville, un deuxième haut fourneau est entré en activité en juin. Capacité actuelle de l'usine : 1,1 million de tonnes;

— A la *Iron Star Steel Co.*, Daingerfield, Texas, on a procédé à la première coulée. La capacité atteint 450 000 t. La production est destinée à la confection de tubes pour l'industrie pétrolière;

— La *Republic Steel Corp.* a inauguré sa nouvelle usine de tubes sans soudure à South Chicago.

Angleterre

La production anglaise du mois d'août correspond à une cadence annuelle de 15 155 000 t. Au cours du premier semestre, les usines ont produit 8 714 000 t.

Le *Board of Trade* annonce que la suspension des droits d'entrée sur la plupart des produits sidérurgiques, suspension en vigueur depuis septembre 1952, est prorogée pour une nouvelle durée de six mois. Cette mesure s'applique à la fonte, aux aciers lingot et aux produits laminés.

Le marché anglais reste très actif. On signale même un progrès des exportations, alors que les tonnages importés diminuent. Des tonnages importants ont été amenés en Angleterre, en provenance d'Australie. Il s'agit surtout de billettes.

Les exportations des sept premiers mois de l'année ont atteint 1 196 000 t. Parmi les principaux clients, figurent les Pays-Bas, le Danemark, l'Iraq, la Norvège, le Venezuela, la Finlande, l'Egypte...

Australie

Après achèvement des nouvelles installations sidérurgiques à Port Kembla et à Newcastle, la capacité de production dépassera les 2 millions de tonnes. Port Kembla disposera de 24 nouveaux fours à coke, d'un haut fourneau de 1 500 t, d'un four Martin supplémentaire et de trois nouveaux fours Pitts. La demande intérieure a fléchi, mais les exportations sont en progrès.

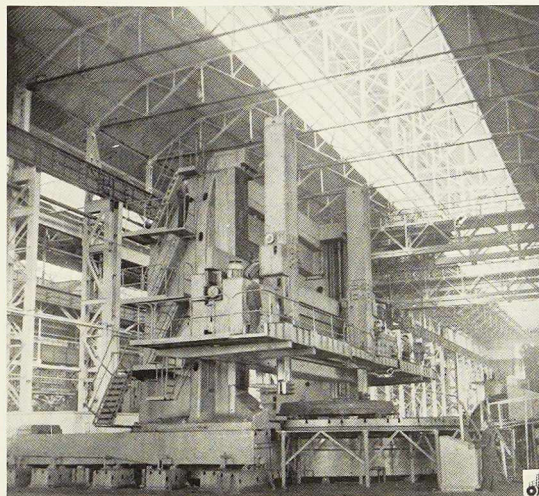


Photo V. Yankov.

Fig. 2. Puissant tour vertical d'une usine construisant des machines-outils lourdes, à Koloma, Russie. Ce tour permet l'usinage de pièces d'un diamètre de 13 m et d'un poids de 170 t.

U. R. S. S.

Un porte-parole gouvernemental annonce que la production d'acier atteindra cette année 38 millions de tonnes.

Yougoslavie

Les travaux préliminaires de la nouvelle usine métallurgique à Skoplje sont terminés. La capacité atteindra 900 000 t.

Inde

Un groupe allemand est chargé de la construction d'une nouvelle aciérie devant produire 500 000 t d'acier par an. Les investissements atteindraient 150 millions de dollars.

Siphon de San Vicente (Espagne)

Dans l'article du Marquis de Berges publié à la page 489 du présent numéro, il y a lieu de noter que le barrage « Riosequillo » emmagasine 50 millions de m³ d'eau et non 5 millions comme indiqué par erreur.

Le soudage aux Etats-Unis

Récemment une mission technique du soudage a effectué un voyage d'étude aux U. S. A. Cette mission française était dirigée par M. A. Leroy,

Directeur de l'Institut de Soudure. Son organisation a été menée à bien avec l'appui de l'Association française pour l'Accroissement de la Productivité.

La revue *Le Soudage et les Techniques connexes* publie sous le titre *Comment soudent-ils?* le rapport de la mission.

Nous extrayons des conclusions générales de cet important document les passages suivants :

Soudage et progrès technique

Le développement du soudage et des techniques connexes aux Etats-Unis est considéré par les Américains comme un élément essentiel de leur productivité. On soude parce que c'est plus économique et qu'il est ainsi possible d'abaisser les prix de revient, en répercutant les avantages ainsi obtenus à la fois sur le prix des constructions, sur les salaires et, enfin, sur la rentabilité des investissements. L'économie apportée par le soudage et les techniques connexes se traduit par une diminution du nombre d'heures de travail à la tonne de produit fabriqué et, c'est là l'élément essentiel, également par une vitesse accrue dans la circulation des matières avec une réduction des temps de fabrication, enfin par l'accessibilité d'une qualité qui, quant à la tenue en service des constructions, permet de satisfaire aux exigences les plus sévères.

Développement du soudage

Si le soudage est plus développé aux Etats-Unis qu'en France, est-ce donc au total que la connaissance de cette technique y est plus complète et plus évoluée ? Non, parce que, dans chaque type de construction, on peut trouver en France des réalisations comparables en qualité.

La différence porte en effet plus spécialement sur la généralisation d'emploi. C'est le cas, par exemple, de la construction des bâtis où la solution soudée gagne davantage de terrain sur la construction moulée, celui du matériel ferroviaire (notamment dans la construction de wagons de marchandises par rapport à la solution rivée), celui de la chaudronnerie pour la construction des appareils à vapeur et à pression pour lesquels la réglementation, plus confiante et généreuse que la nôtre, autorise plus largement la solution soudée. Sur ce dernier point, il n'est pas inutile de noter qu'on doit, en France, suivre une réglementation datant déjà de plus de 10 ans qui pénalise la construction soudée de coefficients sans rapport avec le développement des techniques actuellement suivies dans l'industrie et qui impose des interdictions d'emploi abusives.

Possibilités françaises

Les matériaux de base

La qualité des métaux de base correspond à une valeur moyenne supérieure, aux Etats-Unis, à celle que l'on trouve en Europe et en France. Est-il possible à cet égard d'envisager une amélioration ? Il n'est pas du tout interdit de la penser, car les fournisseurs de matériaux de base prennent de plus en plus conscience du fait que le développement de leurs industries se trouve lié pour une large part, à l'emploi du soudage et, par conséquent, à la mise sur le marché de métaux soudables et de bonne qualité courante. En particulier, des efforts importants sont faits actuellement pour améliorer la soudabilité des aciers élaborés au convertisseur.

Les électrodes

Pour les électrodes, à l'image de ce qui a été fait aux Etats-Unis et, également, dans quelques pays européens, les spécifications françaises seront remaniées, en tenant compte de la nature des enrobages, de façon à aboutir à des dispositions plus conformes aux progrès acquis dans ce domaine.

Les postes de soudage

En matière de postes de soudage à l'arc, la mission avait souhaité à son retour que les normes concernant cet appareillage soient plus sûrement et plus généralement appliquées, à l'image de ce qui existe aux Etats-Unis. Sur ce point, l'appel a été entendu et le Syndicat du Matériel de Soudage a, au cours de cette année, fait un effort de propagande dans ce sens, par de nombreux articles publiés dans la presse technique.

Les recherches

On ne manque pas d'être impressionné, aux Etats-Unis, par l'importance attachée aux recherches industrielles dans tous les domaines. Le soudage et les techniques connexes, n'échappent pas à cette règle et, dans ce cas particulier, le *Welding Research Council* joue un rôle de tout premier plan. Nous avons insisté sur ce point dans le Rapport préliminaire, avec l'espoir que, sur le plan français, le Comité de Coordination des Recherches en Soudure, créé en 1949 sous l'égide de la Société des Ingénieurs Soudeurs et de l'Institut de Soudure, puisse connaître une activité plus large et plus soutenue. Des Commissions spécialisées d'étude ont été installées, notamment pour les questions se rapportant à la soudabilité et aux essais de soudabilité, aux essais de fatigue, aux ruptures fragiles, aux tensions résiduelles, aux contrôles.



Fig. 3. Vue intérieure des nouvelles usines de Machelen de la S. A. L. Leemans & Fils.

Les nouvelles usines de Machelen de la S. A. L. Leemans & Fils

En raison de l'extension prise par la S. A. L. Leemans & Fils, de nouvelles installations ont été jugées indispensables. Un vaste terrain situé près de la Chaussée de Vilvorde, à l'angle de la rue du Pont-Neuf et de l'avenue Rittweger, a été acquis. Il est actuellement occupé presque entièrement par le complexe suivant : l'usine composée d'un groupe de trois halls totalisant 130 m de long sur 55 m de large; les bureaux; le groupe social.

La charpente métallique des ateliers, prévue pour l'emploi de six ponts roulants et deux grues-vélocipèdes électriques, est couverte en plaques d'asbeste ciment à tasseau, et de deux larges bandes vitrées en verre ondulé. Elle repose sur des colonnes écartées longitudinalement de 12 m, les fermes principales ayant respectivement 15, 25 et 15 m de portée.

En raison de la nature du sol, l'ensemble des bâtiments est fondé sur pieux en béton armé.

L'installation des machines est en cours; les usines seront prêtes à fonctionner d'ici peu.

Architecte : G. Sipler.

Constructeur : S. A. L. Leemans & Fils.

Conférence de la C. E. C. M.

La Commission pour l'Etude de la Construction Métallique (C. E. C. M.) organise le mercredi 7 octobre 1953, à 16 h. 45, dans la salle de conférences de Fabrimétal, 21, rue des Drapiers, à Bruxelles, une conférence par M. Massonnet, Professeur à l'Université de Liège.

Cet exposé aura pour titre « Economie réalisable dans les Constructions métalliques par l'utilisation de la plasticité de l'acier. Examen de la question à la lumière des essais de la C. E. C. M. ».

Maisons modèles S. B. U. A. M.

A l'occasion des « Journées de l'Enfance, de la Jeunesse et de la Famille » qui se sont tenues au Palais des Beaux-Arts, à Bruxelles, pendant la première quinzaine de septembre, la Société Belge des Urbanistes et Architectes Modernistes

Photos Serge Vandercam.



Photo Malevez.

(S. B. U. A. M.) a présenté une Maison modèle devant figurer « l'habitation saine et confortable qu'une société contemporaine qui se respecte, puisse mettre à la disposition des moins favorisés de ses membres ».



Fig. 4. Mobilier en acier figurant à la maison S. B. U. A. M.

Ainsi présentée, cette habitation de rêve, qui fut inaugurée en présence de M. Harmel, ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, constituait une critique sévère de la Belgique actuelle. Il faut cependant féliciter ses promoteurs de nous avoir donné l'occasion d'entrevoir ce que les « formules nouvelles » tant en ce qui concerne le plan de base que l'agencement et le mobilier, et le décor feront du logement de nos enfants.

Fig. 5. Maison S. B. U. A. M., vue du jardin.



Fig. 1. Le fleuve Congo à Lisala (province de l'Équateur).

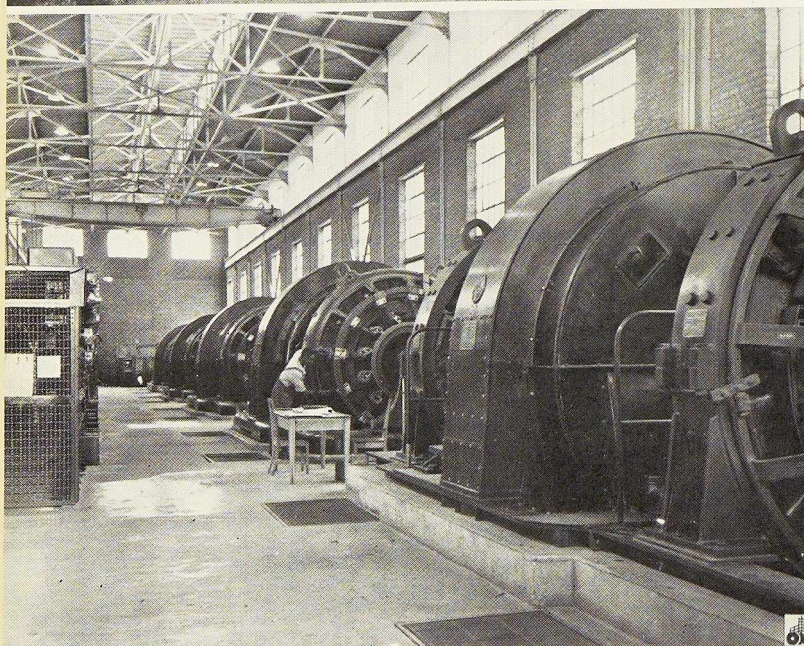


Fig. 2. Hall des génératrices de courant continu aux usines d'électrolyse de cuivre de Shituru (U. M. H. K.).

Fig. 3. Vue partielle des installations portuaires de la Société des Pétroles du Congo à Léopoldville.



Fig. 4. Locomotive construite aux Usines John Cockerill sur la ligne de chemin de fer Matadi-Léopoldville.



1
2
3 — 4

Les photographies sont de
stein (fig. 2, 4, 6), C. Lamote
(fig 5).

E. I.
(fig

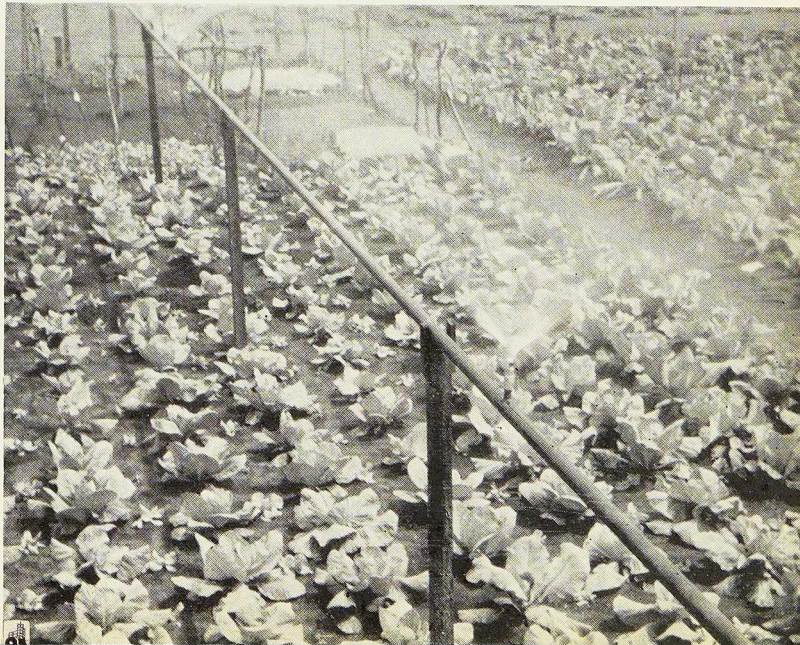
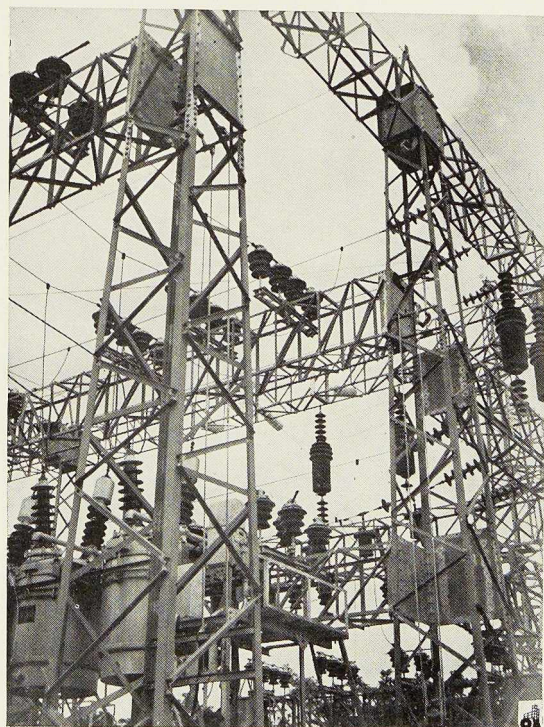
Chronique du Congo Belge

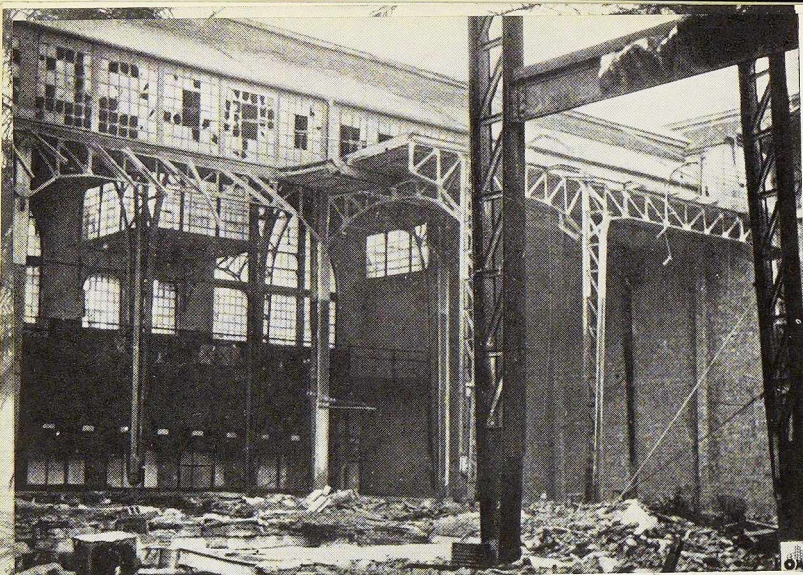
Fig. 5. Transformateurs de la centrale électrique de Sanga.

Fig. 6. Pont métallique de 34 m lancé sur la rivière Kwilu Matenda.

Fig. 7. Pont Bailey construit sur la route de Kenge à la sortie de Léopoldville et franchissant la rivière Ngili.

Fig. 8. Champ expérimental organisé par M. O. Bihet à Limete (centre industriel de Léopoldville) sur terrain réputé inculte et valorisé grâce aux canalisations d'arrosage.



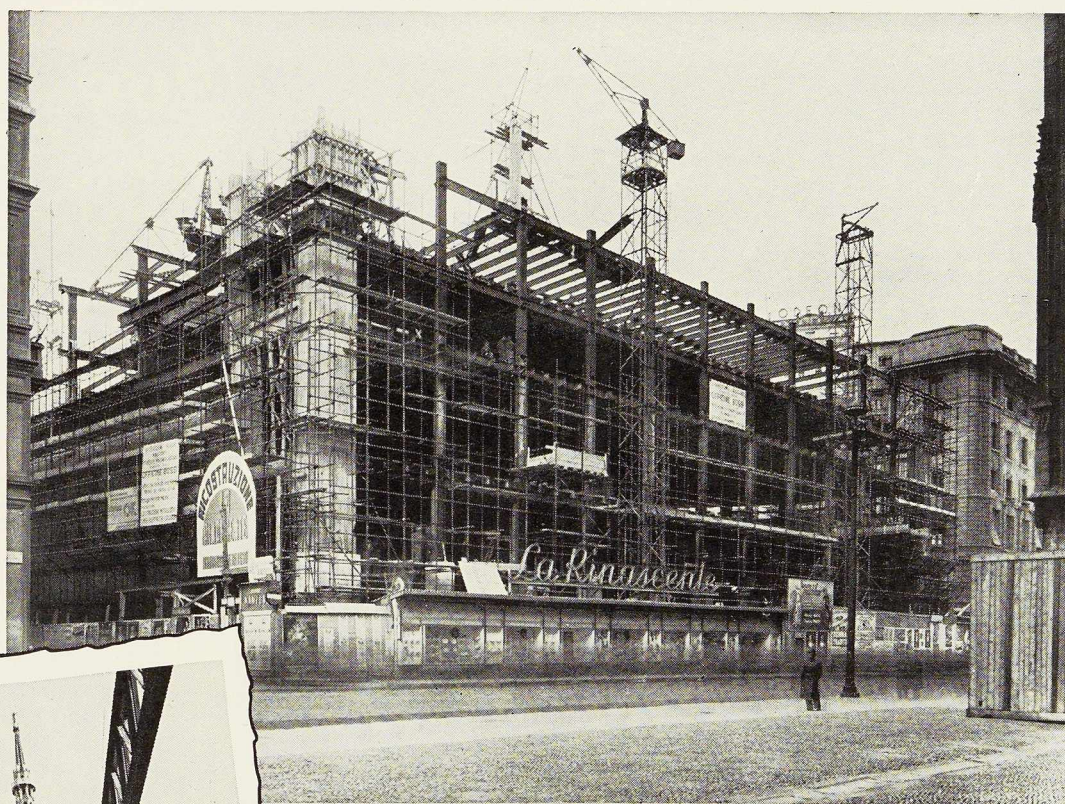


Ces photographies montrent le bon comportement des constructions métalliques aux bombardements. Il s'agit de bâtiments touchés de plein fouet au cours de la deuxième guerre mondiale en Allemagne (Cologne, Dusseldorf et Augsburg).

RÉSISTANCE DES CHARPENTES MÉTALLIQUES AUX BOMBARDEMENTS



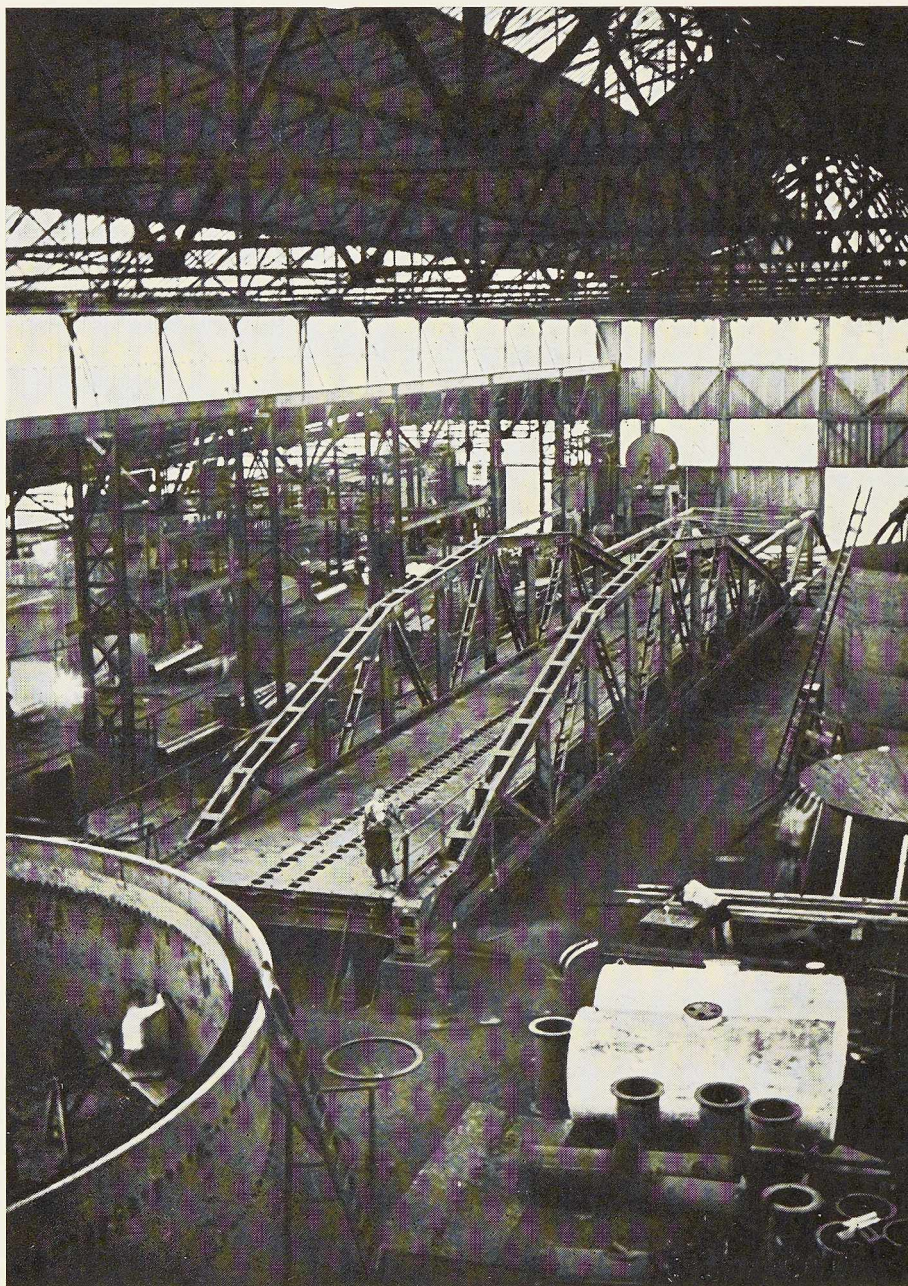
REALISATION
PUBLIGRAPHIE
BRUXELLES
TEL. 37.91.85



*L'ossature métallique
des grands magasins
"LA RINASCENTE"
à Milan est entièrement
soudée au moyen des
ELECTRODES OK*

ESAB

ELECTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE S. A.
116-118, RUE STEPHENSON - BRUXELLES
TELEPHONES : 15.91.26 • 15.05.32



Pont-route avec bec de lancement.

ATELIERS DE **BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS S. A.**

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

USINE A VILVORDE

192, CHAUSSÉE DE LOUVAIN, VILVORDE
Téléphone : Bruxelles 15.20.96, Vilvorde 51.00.36

USINE A BOECHOUT

27, HEUVELSTRAAT, BOECHOUT-LEZ-ANVERS
Téléphone : Anvers 81.27.99

PONTS

CHARPENTES

CHAUDRONNERIE

TANKS

MATÉRIEL POUR HUILIERIES

USINES À CAOUTCHOUC

SÉCHOIRS À CAFÉ

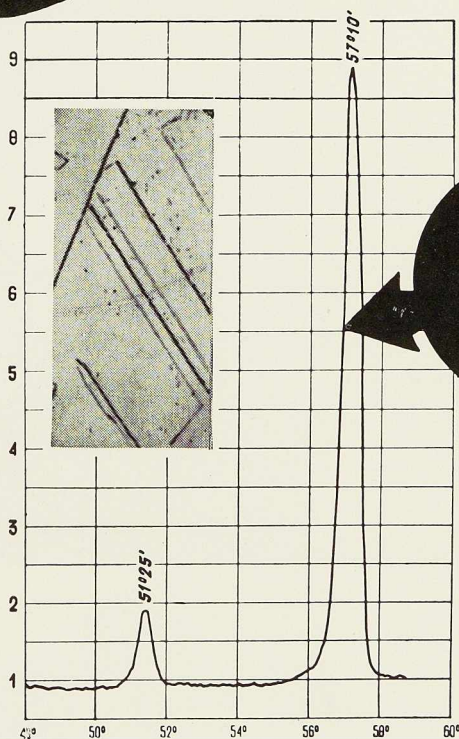
TÔLES GALVANISÉES

ARTICLES DE MENAGE

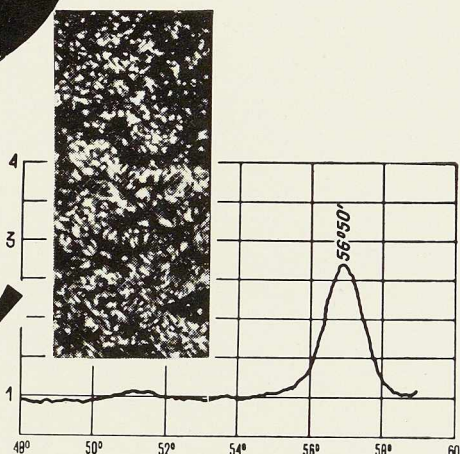
CHÂSSIS MÉTALLIQUES

la réponse
instantanée

à mille questions
de métallurgie !

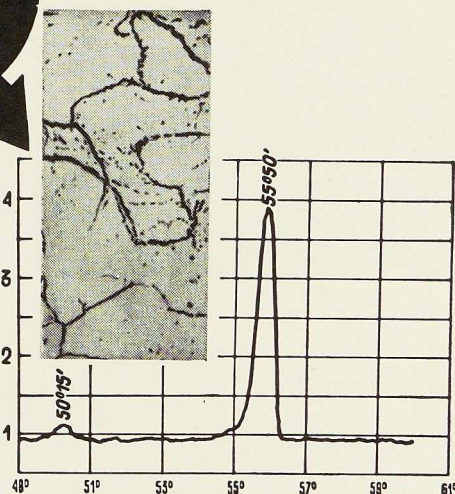


Fer Armco recuit 4 heures à 700° C.
Refroidi au four.
Structure Ferritique.



Acier Austénisé à 815° C.
Trempe à l'eau.
Structure Martensitique.

5
minutes
pour
chaque
diagramme.



Acier Inoxydable traité à 980° C.
Trempe à l'eau
Structure Austénitique.

grâce au
Spectromètre

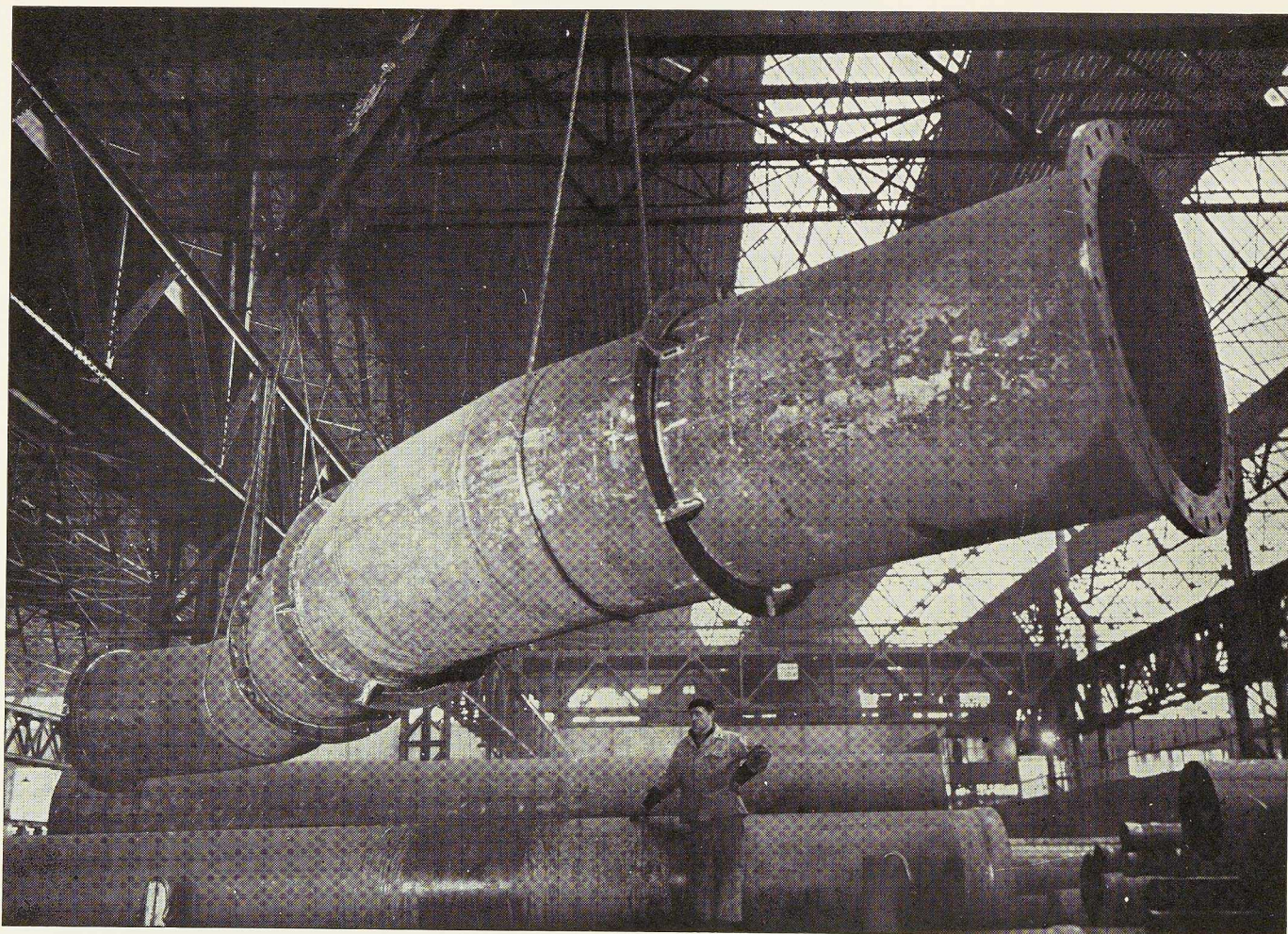
à tube-compteur de Geiger



PHILIPS "Metalix"

S-A 37-39, rue d'Anderlecht, BRUXELLES Tél. 12.31.40 (20 lignes)





DIVISION SOUDAGE : FABRICATION D'UNE COURBE EN S

Nos usines fabriquent :

TOUS LES TYPES DE TUBES D'ACIER SOUDÉS ET SANS SOUDURE

- pour canalisations et tuyauteries d'eau, gaz, vapeur, chauffage central, vapeur saturée, usages mécaniques, etc.,
- pour chaudières, locomotives, industries chimique et sucrière,
- pour industrie pétrolière, haute pression, etc.,
- pour poteaux d'éclairage et force motrice,
- pour potelets de signalisation routière, lumineux ou non,
- pour barrières fixes et mobiles, halls, hangars, pylônes,
- pour bouteilles de tous fluides et de toutes contenances,
- pour cycles, motos, autos, avions, jouets, mobiliers, décorations, sports, échelles Tubesca de tous types.
- divers profils : carré, rectangulaire, ovale, hexagonal, etc.

NOTICES, CATALOGUES ET DEVIS SUR DEMANDE

USINES A TUBES DE LA MEUSE

FLÉMALLE-HAUTE (BELGIQUE)



*Le Bas Fourneau
expérimental est entré en
fonctionnement à
Ougrée - Marihaye*



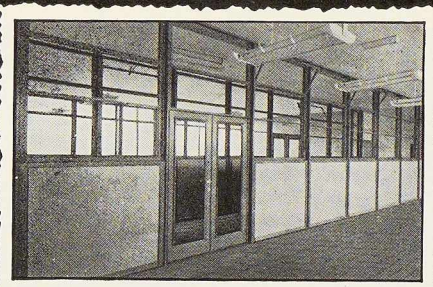
SOUDÉ AVEC DES ÉLECTRODES

STABILEND ARCOS

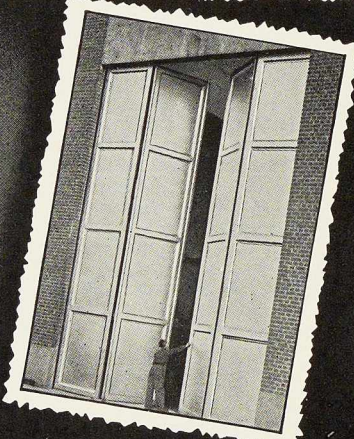
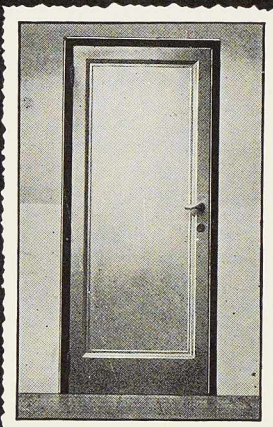
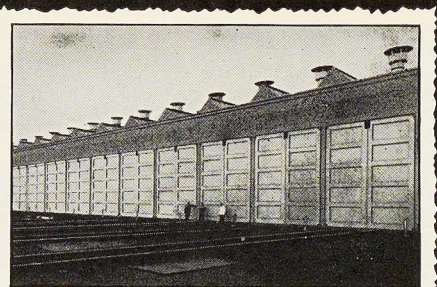


constructeur : SA. Awans. François

ARCOS, S. A. — 58-62, RUE DES DEUX GARES — TÉL. : 21.01.65 — BRUXELLES



MENUISERIE METALLIQUE
 TRAVAIL MECANIQUE
 de la
 TOLE et des PROFILÉS



S. A. ATELIERS
VANDERPLANCK

R. C. CHARLEROI : 30.864

FAYT - lez - MANAGE

Tél. MANAGE : 124 et 129

CREATION *Pillet*

MAISONS ET PORTES
métalliques

LOCOPULSEUR
"PULSO"

MOTEURS INDUSTRIELS
mécanique générale

PONTS, CHARPENTES
Pylones

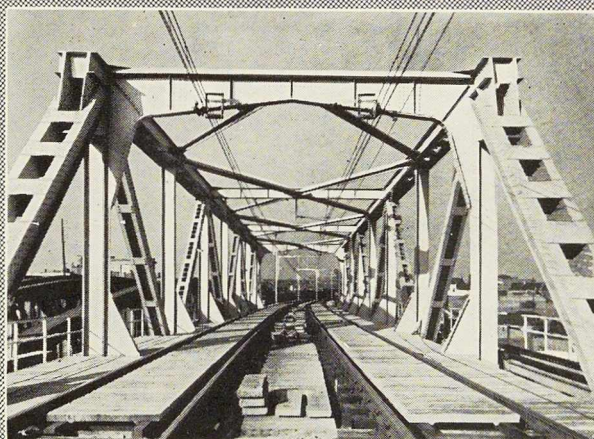
CHEVALEMENTS
et cages de mine

RÉSERVOIRS
tuyauteries rivées et soudées

S.A. ATELIERS DE CONSTRUCTION DE

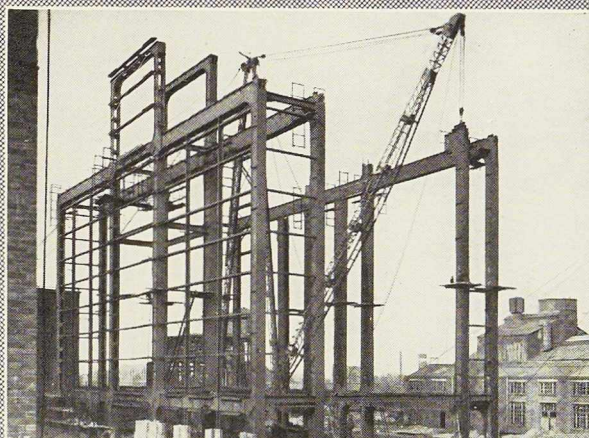
JAMBES-NAMUR

SIÈGE SOCIAL :
JAMBES



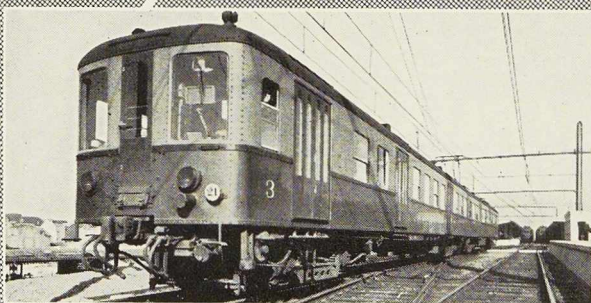
Pont rail à double voie (525 t). Ligne électrique Bruxelles-Charleroi. Portée 61,300 m.

Automotrice double S. N. C. B. (160 km/h).



Ossature métallique d'une centrale électrique en cours de montage.

Wagon-citerne de 52 m³ pour le transport de propane.



WAGONS • VOITURES • LOCOMOTIVES

AUTOBUS • TROLLEYBUS

PONTS ET CHARPENTES • EMBOUTIS LOURDS ET MOYENS

ÉLÉMENTS DE CONDUITES FORCÉES • APPAREILS SOUDÉS POUR HAUTES PRESSIONS

RESSORTS • PIÈCES DE FORGE • BRIDES POUR TUYAUTERIES À HAUTES PRESSIONS

TÔLES GALVANISÉES

LES ATELIERS METALLURGIQUES



NIVELLES

**SOCIÉTÉ
ANONYME**

**SIÈGE SOCIAL ET
DIRECTION GÉNÉRALE**

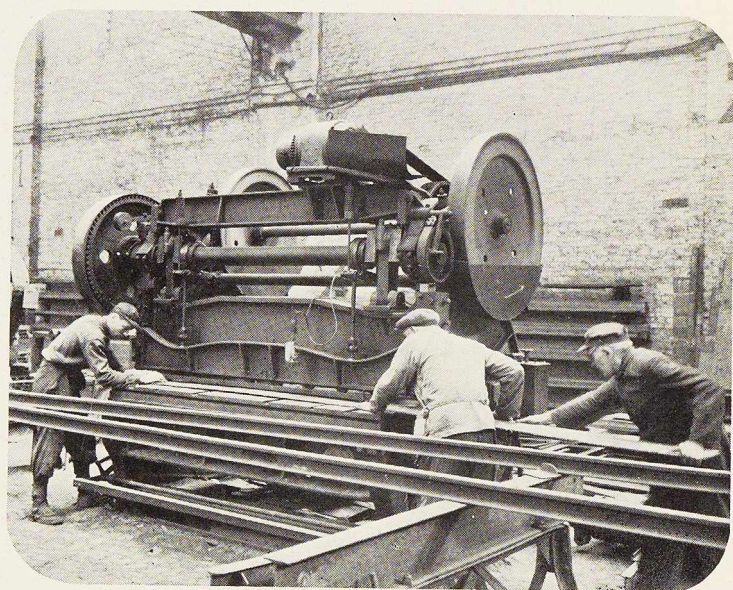
NIVELLES

USINES À

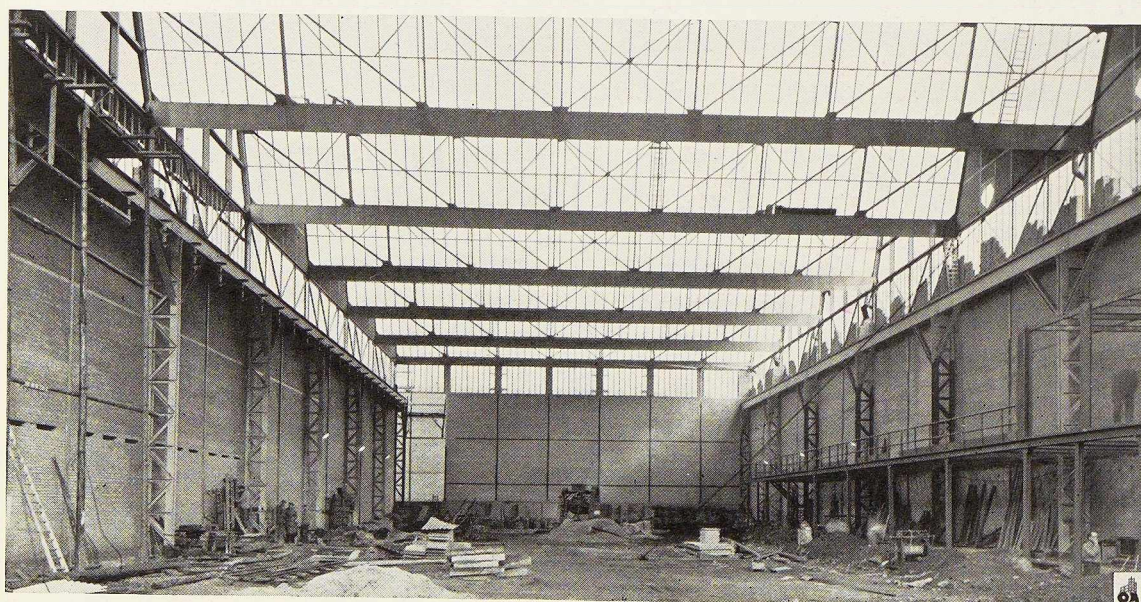
**NIVELLES • TUBIZE
LA SAMBRE ET MANAGE**

Téléphone : Nivelles 22 • Télégr : Métal-Nivelles

Cette cisaille moderne
coupe en une opération des
tôles de 13 mm. d'épaisseur
et 3m. de largeur.



CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES
DE
JEMEPPE-SUR-MEUSE, S.A.
ANCIENNEMENT ATELIERS GEORGES DUBOIS



Vue intérieure du
nouveau hall de
martelage de la
S. A. John Cockerill

LES FAMEUSES
PEINTURES ANTI-ROUILLE AU

THIOVERNIS



SONT DES PRODUITS

DE VLEESCHOUWER
(LINT-Anvers)

LA FIRME DE LA QUALITE

S.A. L'INDUSTRIELLE BORAINÉ, QUIEVRAIN Tél. 126

DIVISION MENUISERIE MÉTALLIQUE MÉTALLISATION

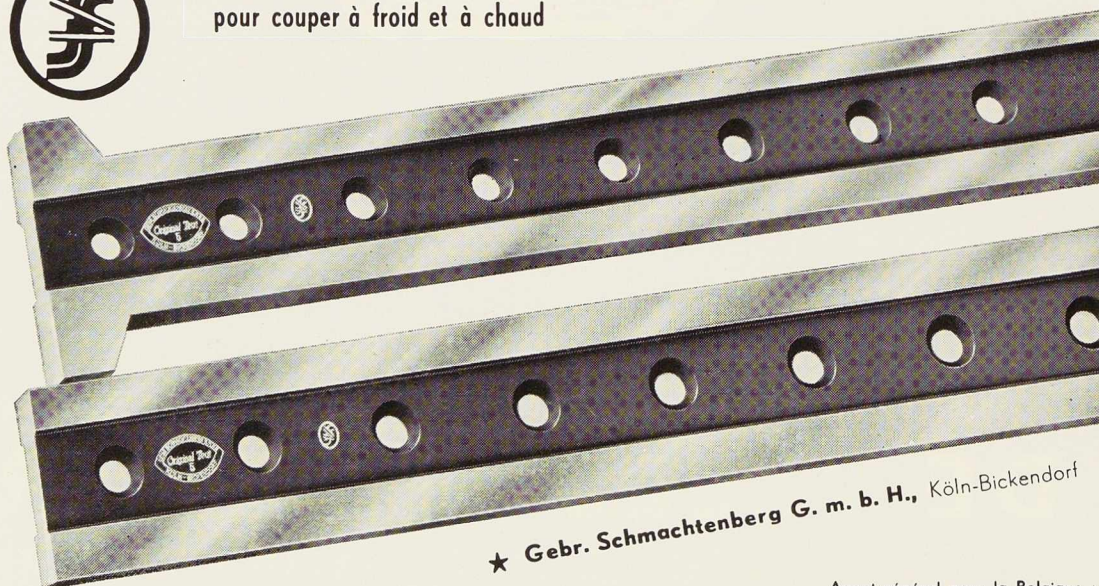
La nouvelle gare de Mons est équipée
de **PORTES ET CHASSIS MÉTALLIQUES I. B.**



Vue de la façade principale de la gare de Mons.
Architecte : **R. Panis** - Parachèvement : **Entreprises Générales L. Leturcq, Tournai.**

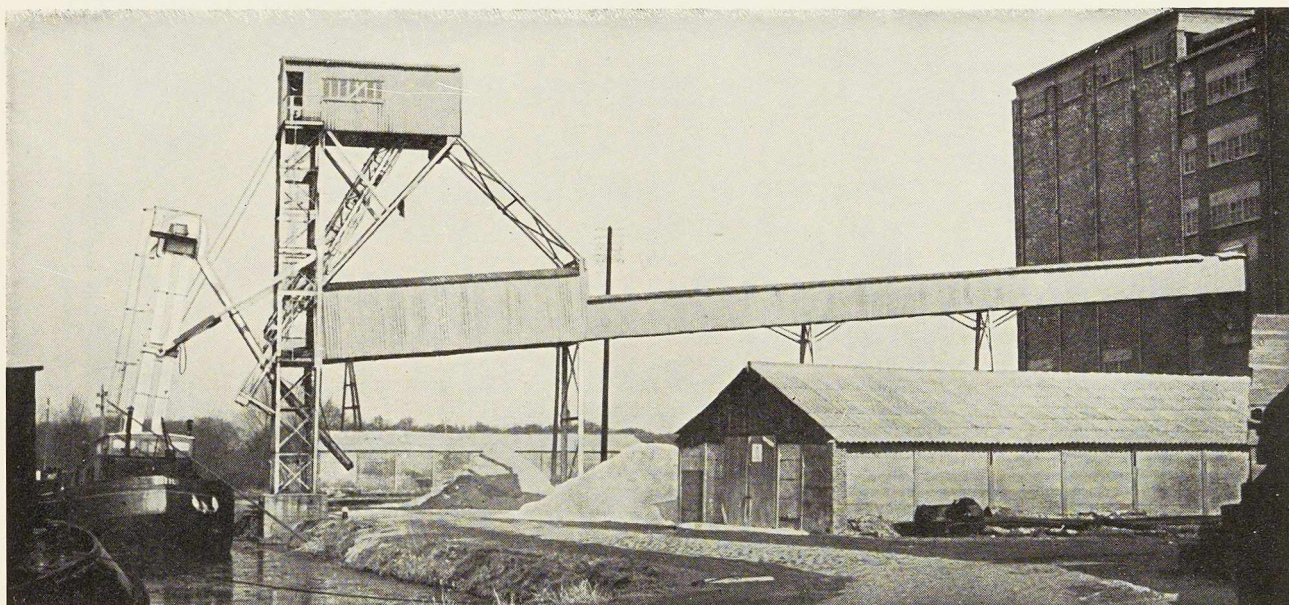


Lames de cisaille en notre qualité originale « Teut »
pour couper à froid et à chaud



★ **Gebr. Schmachtenberg G. m. b. H., Köln-Bickendorf**

Agent général pour la Belgique :
M. BURTON FILS, A HUY, 20, RUE DU VIEUX-PONT. TÉL. 110.56



Installation mixte de déchargement de bateaux pour céréales, charbon, sacs, colis divers, etc.
A l'intérieur du bâtiment, installation complète de stockage et de reprise au stock.

Plus de 25 années de spécialisation
en manutention

LA MANUTENTION AUTOMATIQUE

Soc. An. **MACHELEN** (Brabant)

Tél. : Bruxelles 15.38.34



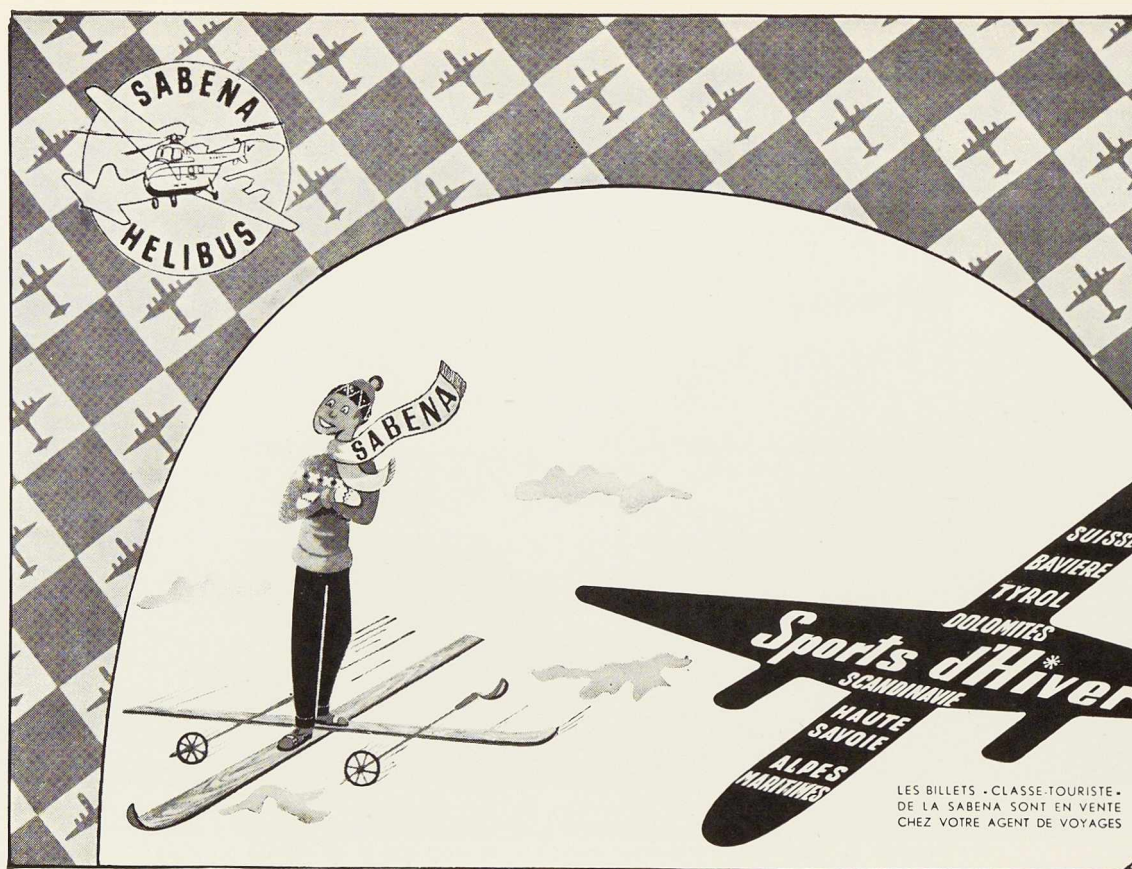
NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES INDUSTRIES
TANT À L'ÉTRANGER QU'EN BELGIQUE

Catalogue de 150 pages sur demande adressée sur papier à firme



AGENT POUR LA HOLLANDE : M. J. W. KLEINHOUT, 7, ZAAANMARKSTRAAT, BREDA

AGENT POUR LE CONGO : SOCIÉTÉ **AFRICONGO**, BOÎTE POSTALE 345, LÉOPOLDVILLE



SPECIALITÉS

TOURS VERTICAUX
TOURS EN L'AIR
MORTAISEUSES D'OUTILLAGE
MORTAISEUSES DE PRODUCTION
CISAILLES - GUILLOTINES
PRESSES À FRICTION
PRESSES PLIEUSES
POINÇONNEUSES
CISAILLES COMBINÉES

Téléphone :
32.23.79 (3 l.)

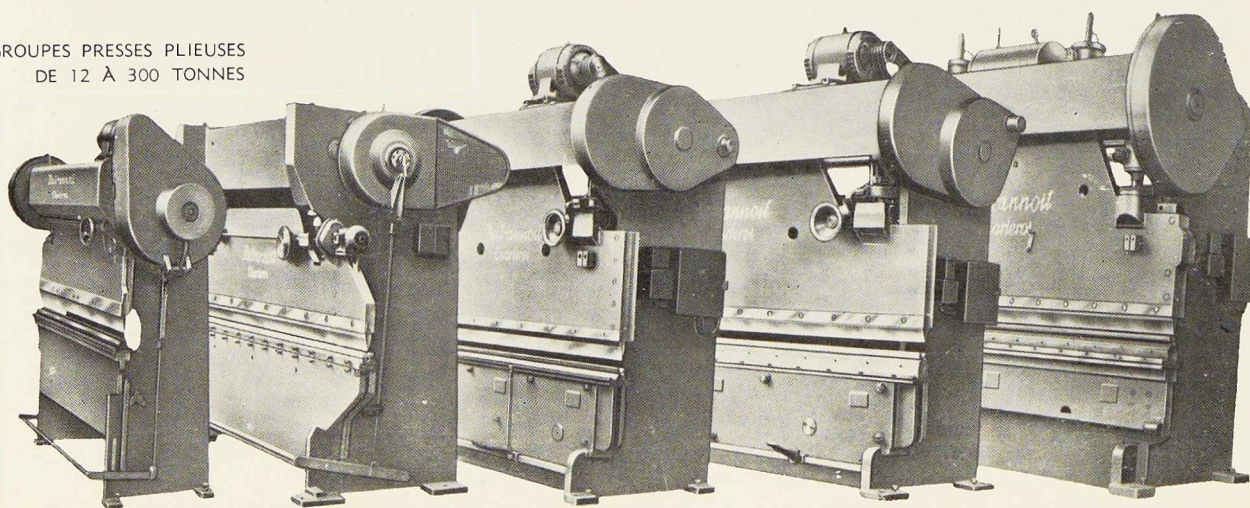
Télégramme :
DUTRANNOIT-CHARLEROI

Dutrannoit Charleroi

FONDÉS EN 1906

MACHINES-OUTILS

GROUPES PRESSES PLIEUSES
DE 12 À 300 TONNES



Le Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY S. A.

RUE DES COLONIES, 43, BRUXELLES — TÉL. 12.30.85

INGÉNIEUR-CONSEIL INDÉPENDANT

VOUS OFFRE SES SERVICES POUR TOUS

ETUDES ET PROJETS

DANS LES DIVERS DOMAINES
DE LA TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ
MÉCANIQUE
THERMIQUE
GÉNIE CIVIL



ORGANISATION
EXPERTISES
CONTROLES
RÉCEPTIONS

ARBED

ACIÉRIES RÉUNIES DE BURBACH-EICH-DUDELANGE - DIVISION DE DOMMELDANGE, GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

ÉTUDIE - FABRIQUE - RÉALISE

LE MATÉRIEL ET LES INSTALLATIONS LES PLUS MODERNES

DE

**CONCASSAGE
BROYAGE
CRIBLAGE**

Très nombreuses références

POUR LA BELGIQUE :

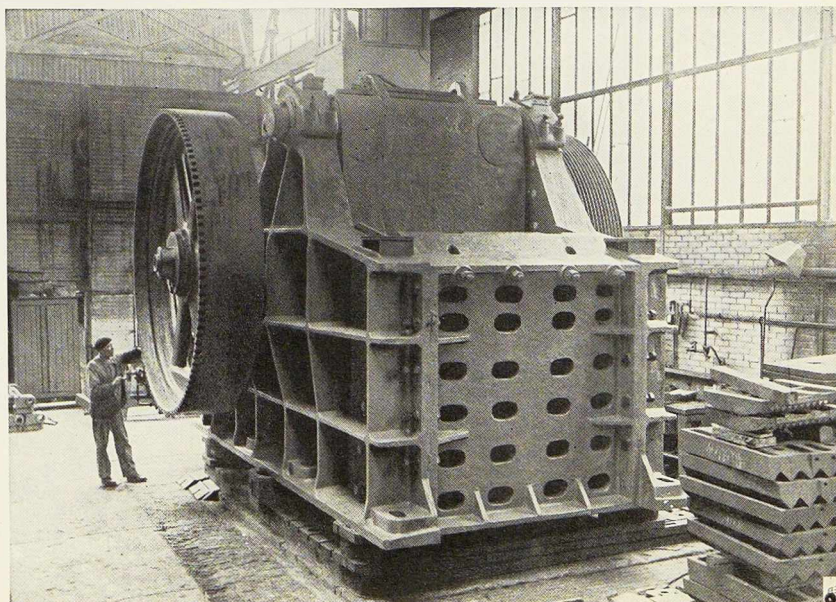
LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE, S. A.

11, quai du Commerce, Bruxelles
Tél. : 17.22.46

POUR LA FRANCE :

SOCIÉTÉ FRANÇAISE COLUMETA

16, rue Chauveau-Lagarde, Paris VIIIe
Tél. : Anjou 95.64



LA MEILLEURE PEINTURE ANTI-ROUILLE

SIGMALED

Cette peinture, au minium de plomb, prête à être appliquée, offre une pellicule d'une meilleure étanchéité par son liant spécial et son pigment sélectionné.

SIGMALED V.Y.

Cette peinture peut être appliquée sur du fer mouillé, sans aucune préparation préalable.



SIGMALED W.P.
Séchage rapide en 2 ou 3 heures. Absorption minimale d'humidité.
Résistance à la chaleur jusqu'à 120° C.

TORNULOSE

Un ensemble de peintures à base de caoutchouc chloré; elles résistent aux différentes attaques chimiques, provenant de la couche de fond ou de l'extérieur. Demandez de plus amples renseignements.



PIETER SCHOEN & ZOON S.A. - ZAANDAM - HOLLANDE

Distributeur pour la Belgique: Ets. Vivalac
14-16, Rue Pierre Gassée, Bruxelles, tél. 26.09.68-26.09.70

AWANS-FRANÇOIS

Société Anonyme

Téléphone : Liège 63.47.14 (2 lignes)

Télégramme : Awans-François

70, rue de la Station, à AWANS-BIERSET

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES ET MÉCANIQUES

Section des ponts, charpentes et grosse chaudronnerie d'acier

Ponts métalliques de tous genres, en construction rivée ou soudée. Charpentes métalliques en général, en construction rivée ou soudée pour bâtiments industriels et privés. Chaudronnerie en tôles d'acier, telle que : tanks, gazomètres, silos, caissons pour travaux hydrauliques, portes d'écluses, etc. Installation complète de hauts fourneaux.

Section des appareils de levage et de manutention

Tous les appareils de levage et de manutention tels que : ponts roulants, grues, portiques, châssis à molettes, transporteurs, élévateurs, culbuteurs, distributeurs, etc. Installations complètes de manutention de charbons et coke pour charbonnages, mines et usines métallurgiques.

Section tuyauterie

Tuyauterie en général pour haute et basse pression. Tous travaux de tuyauterie tant rivée que soudée.

FRED

SAGE & C^{ie}

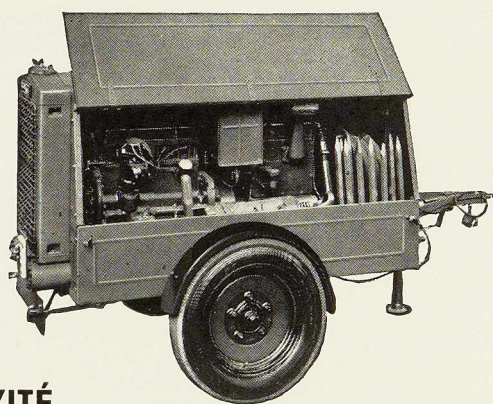
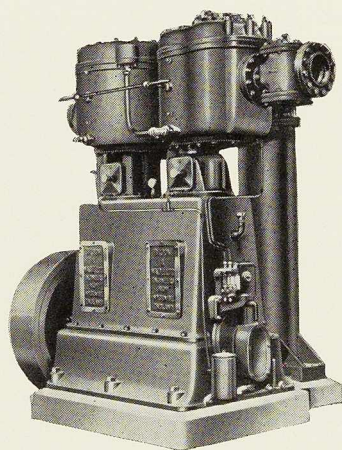
CONSTRUCTEURS-SPÉCIALISTES

Agencements et Transformations
de magasins.

Travaux d'architecture en bronze,
aluminium, anticorodal, etc...

**9/11, Rue de la SENNE
BRUXELLES**

Tél. : 11.44.41 - 12.97.15



EXCLUSIVITÉ



28-30, RUE DES FABRIQUES. Tél. 12.50.10 (3 lignes) 11.97.74 et 11.97.79

CONSULTEZ ÉGALEMENT NOS DÉPARTEMENTS MACHINES-OUTILS ET MACHINES A BOIS

Moderne - Pratique

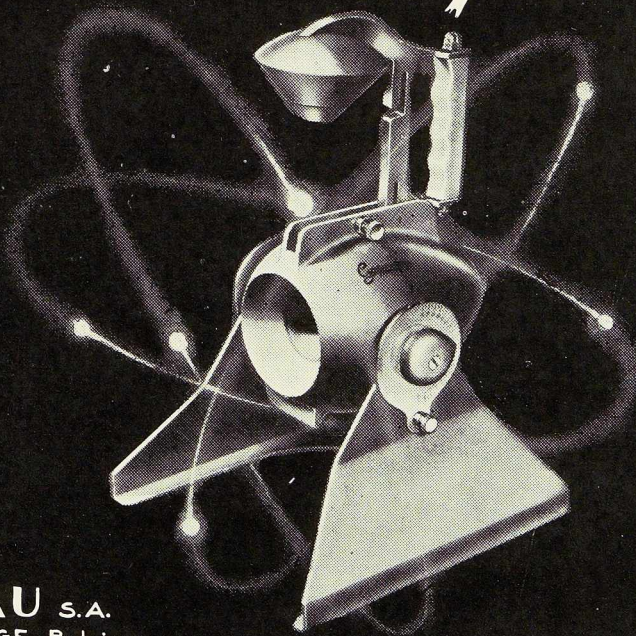
la BOMBE à
ISOTOPE
RADIOACTIF

Gamma-Rays

COBALT " IRIDIUM "

pour contrôle non destructif

fonderie - soudure
béton etc.



USINES

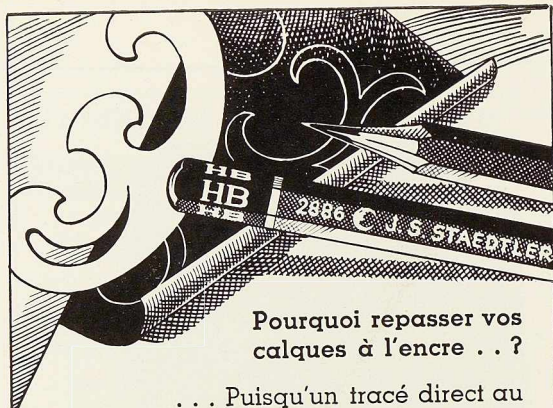
BALTEAU S.A.

91-97 rue de Serbie LIEGE Belgique

TEL : 32.19.10

TELEG : TRANSPO LIEGE

R.H.31



Pourquoi repasser vos calques à l'encre . . ?

... Puisqu'un tracé direct au

MARS-LUMOGRAPH,

le crayon universel à mine spéciale, vous garantit une reproduction incomparable.

19 graduations en crayons et mines



STAEDTLER

Représentants généraux pour la Belgique :
Ets R. Martinier S. A., 6, rue Van Orley, Bruxelles 1.

Tél. 17.56.41
et 18.00.68

LES RAVAGES DE LA ROUILLE

VAINCUS PAR

L'INHIBITEUR G. C.

GÉNIE CIVIL

Breveté tous pays

La rouille devient un pigment précieux dont l'Inhibiteur G. C. constitue le liant — tel est le résultat obtenu avec l'emploi de l'Inhibiteur G. C. — Plus de décapage — Plus de sablage.

Demandez la notice documentaire au Concessionnaire-Fabricant exclusif pour tous pays.

ÉTABLISSEMENTS

N. DINEFF

18, RUE EUG. SIMONIS L I È G E

Téléphone : 43.54.08

INDEX DES ANNONCEURS

L'Air Liquide	3
Arbed	57
Arcos	49
A. S. E. A.	31
Ateliers Métallurgiques de Nivelles	51
Awans-François, S. A.	58
Baeyens	59
Balteau	59
Baume et Marpent	9
B. E. I.	57
Usines Gustave Boël	42
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis	46
Bronswerk	24
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv.	III
Buhler	28
P. & M. Cassart	4
C. E. I.	2
Chamebel	21
Cockerill	20-25
Columeta	34-35
Davum	12
Alexandre Devis & C ^o	40-41
De Vleeschouwer	53
Dineff	60
Dutrannoit	56
Electromécanique	16
Société Métallurgique d'Enghien Saint-Eloi	IV
E. S. A. B.	45
Frère-Bourgeois	38
Herincx-Roneo	43
L'Industrielle Boraine	54
S. A. Ateliers de Construction de Jambes-Namur	50

Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse	52
Laureys	32
Lavenne	27
S. A. L. Leemans & Fils	39
Levis	36
Linex	23
Laminoirs de Longtain	29
Loza	26
Manutention Automatique	55
M. B. L. E.	22
Nobels-Peelman, S. A.	couv. II-19
Ougrée-Marihaye	15
L'Oxydrique Internationale	14
Phénix-Works	1
Philips, S. A.	47
Sabena	56
Sage	58
Sambre-Escout, S. A.	44
Gebr. Schmachtenberg	54
P. Schoon	58
Siderur	6
Silentbloc	32
Soudométal	13
Staedtler	60
Steyaert-Heene	18
S. A. Hauts Fourneaux, Forges et Acieries de Thy-le-Château et Marcinelle	33
Usines à Tubes de la Meuse	48
Ucométal	10-11
U. T. I. L.	17
Ateliers Vanderplanck	50
Wanson	30
Anciens Ets Paul Wurth	37



LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

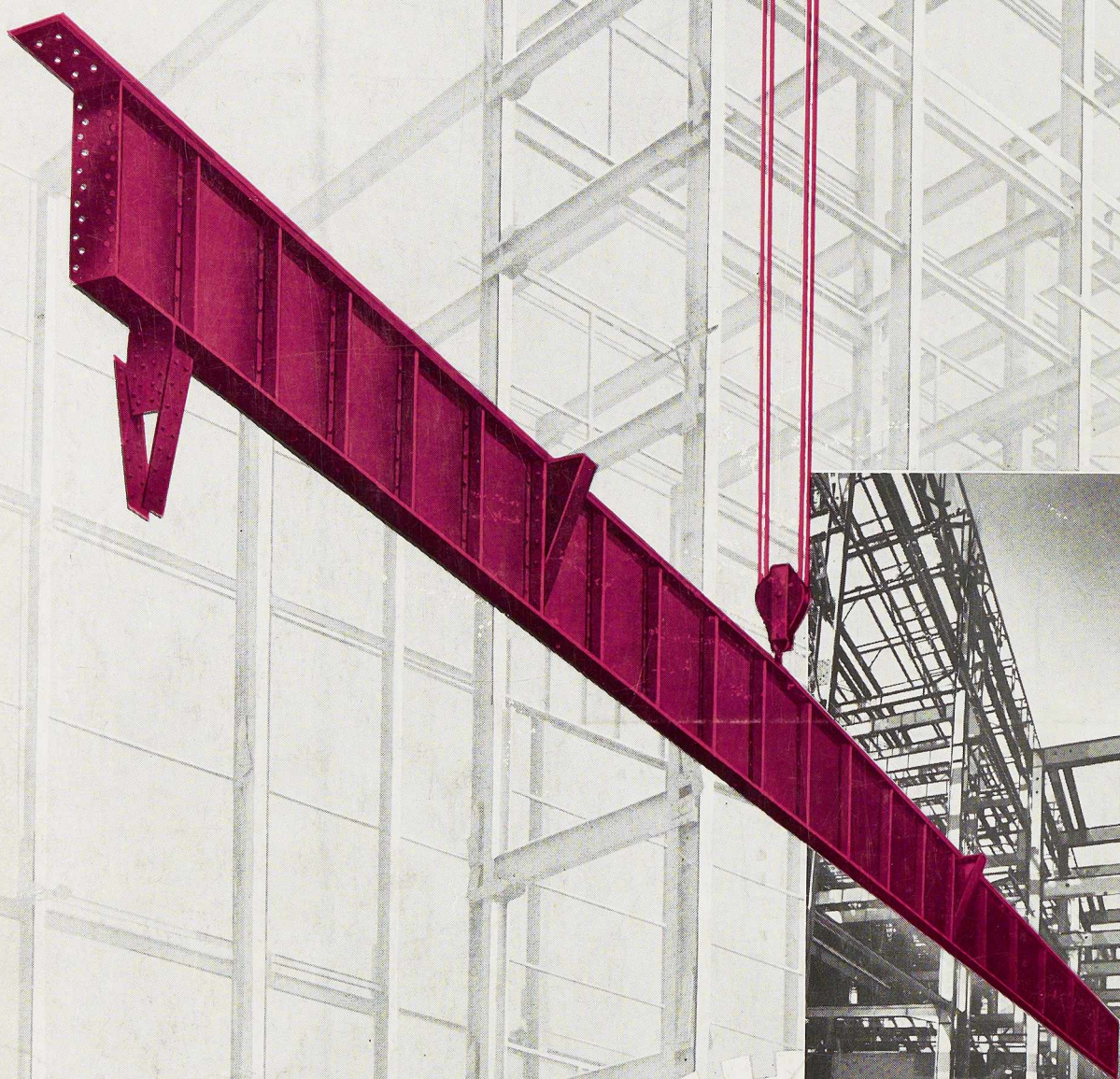
SOCIÉTÉ ANONYME

PONTS - CHARPENTES
CHAUDRONNERIE
MATÉRIEL ROULANT

USINES A SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES

TEL. BRUGES : 312.01 - 312.02 - 312.03 - 312.13

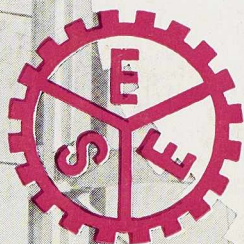
TELEGR. : BRUGEOISE - BRUGES



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

ENGHIEN-ST ELOI

ENGHIEN
BELGIQUE



CHARPENTES MÉTALLIQUES
CHAUDRONNERIE
WAGONS ET VOITURES
APPAREILS DE LEVAGE
PRODUITS DE BOULONNERIE